BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

25380
4- JUN 1936
39/1952

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

FÜNFUNDDREISSIGSTER JAHRGANG.

BAND XXXV.

MIT 14 TAFELN, 3 BILDNISTAFELN UND 100 TEXTABBILDUNGEN
IN 316 EINZELFIGUREN.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1917

ULTURAL COLLEGE AND RESEARCH INSTITUTE LIBRARY
No.
27 MAY 1927
BATORE

Sitzung vom 26. Januar 1917.

Vorsitzender: Herr R. KOLKWITZ.

Der Vorsitzende teilt mit, daß Herr Dr.

O. Schubert,

Assistent der Rebenveredelungsstation in Geisenheim a. Rh. am 18. September 1916 an den Folgen einer schweren Verwundung in einem Feldlazarett des russischen Kriegsschauplatzes gestorben ist.

Am 16. Dezember 1916 verschied in Kew bei London Herr Prof.

Daniel Oliver,

korrespondierendes Mitglied unserer Gesellschaft; und am 10. Januar 1917 in Berlin Herr Prof. Dr.

Georg Volkens.

Die Anwesenden ehrten das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von den Sitzen.

Zum ordentlichen Mitglied wird vorgeschlagen Herr
Müller, Otto, Inspektor am botanischen Garten in **Straßburg i. E.** (durch L. JOST und KURT NOACK).

Zum ordentlichen Mitglied wird ernannt Herr
Baumgärtl, Dr. **Otto** in **Prag.**

Zur Feier seines 80. Geburtstages widmete der Vorstand Herrn Prof. Dr. SCHWEINFURTH folgende Adresse:

Hochgeehrter Herr Kollege!

An dem Tage, an dem Sie, um mit Ihrem Freunde ASCHERSON zu sprechen, die „Jahre des Propheten" um ein Dezennium überschreiten, will auch die Deutsche Botanische Gesellschaft, der Sie seit fast 25 Jahren angehören, nicht unter denjenigen fehlen, die Ihnen die herzlichsten Glückwünsche zu diesem Tage aussprechen können, den in so seltener jugendlicher Frische zu erleben Ihnen vergönnt ist.

Vor kurzem haben Sie Ihren Freunden und damit der wissenschaftlichen Welt eine Arbeit geschenkt, in der Sie ein vollständiges Verzeichnis Ihrer Schriften, einer stattlichen Reihe von weit über 400 geben. Neben Ihrem großen Werke „Im Herzen Afrikas", den geographischen Arbeiten, den Ergebnissen Ihrer großen Forschungsreisen, die zum Teil gleichzeitig eine Fundgrube für botanische Studien darstellen, spielen die von Ihnen als rein botanischen Inhalts angegebenen mit fast 100 Nummern die Hauptrolle. Nach einer Beschreibung Ihrer Glocknerbesteigung, bei der Sie die Hochalpenflora begeisterte, sind alle Ihre Jugendarbeiten ausschließlich botanischer Natur. Zuerst beschäftigten Sie sich eingehend mit der Flora Deutschlands; Ihre umfangreichen Sammlungen aus Ihrer Studienzeit, die jetzt in den Besitz des Dahlemer botanischen Museums übergegangen sind, legen Zeugnis ab für die liebevolle Sorgfalt, mit der Sie namentlich in der Umgebung Heidelbergs geforscht haben.

Sehr bald aber wird in Ihnen das Interesse für die Flora des Orients, namentlich Ägyptens, geweckt; bereits 1862 erschienen Ihre Plantae quaedam Niloticae, und diese Arbeit eröffnet den Reigen zahlreicher Werke über die Gebiete der östlichen Mittelmeerländer. Schon frühzeitig erkannten Sie die große Bedeutung, die neben der Erforschung der wildwachsenden Flora der der Nutzpflanzen, insbesondere der angepflanzten, zukommt. Wer von Ihren Freunden oder Fachgenossen je Gelegenheit gehabt hat, Ihre Sammlungen, insbesondere Ihre Zeichnungen zu sehen, die mit künstlerischer Vollendung durchgeführt sind, wird in staunender Hochachtung verstummt sein vor der Fülle des Materials, vor allem aber vor der bis ins kleinste peinlichen und genauen Präparation und Darstellung aller Einzelheiten.

Die großzügige und geniale Durchführung Ihrer Gedanken über den Zusammenhang der alten Kulturzentren, über die Herkunft der Nutzpflanzen u. a. m. hat Sie nicht gehindert, auch unendlich viel wissenschaftliche Kleinarbeit zu leisten, und damit haben Sie Ihren Ausführungen eine Grundlage gegeben, wie sie sicherer nicht gedacht werden kann.

Namentlich in den letzten Jahren haben Sie durch Ihre Sammlungen dargetan, wie wichtig es ist, die Kulturpflanzen einschließlich der Ziergewächse in den einzelnen Ländern zu studieren, und dabei gezeigt, wie groß die Lücken in unserer Kenntnis selbst der Formen der hauptsächlichsten Nähr- und Nutzpflanzen sind.

Ihre stets fortgesetzten Arbeiten über die altägyptischen Gräberpflanzen haben bewiesen, daß es unumgänglich notwendig ist, die Pflanzen, selbst die häufigsten, in allen Teilen zu konservieren, wie Sie es seit Ihrer Jugend taten.

Möchten Sie Ihre Forschungen, gleich bedeutend durch ihre positiven Errungenschaften wie als Wegweiser für weitere Ziele in unserer Wissenschaft, noch recht lange Jahre fortsetzen können! Das ist der Wunsch aller Ihrer Freunde und Fachgenossen.

Berlin, den 29. Dezember 1916.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft

S. SCHWENDENER. J. REINKE. HANS WINKLER.
R. KOLKWITZ. M. O. REINHARDT. C. CORRENS.
P. CLAUSSEN. L. DIELS. E. BAUR. O. APPEL.

Der in der Sitzung am 28. Juli gewählte Ausschuß, bestehend aus den Herren LINDAU, LINDNER und REINHARDT, zur Hebung der Produktion von Speisepilzen, hat dem Vorstande einen Bericht eingereicht. Der Vorsitzende verliest den Bericht, den Herr HABERLANDT dem Ministerium der geistlichen und Unterrichtsangelegenheiten übergeben wird.

Mitteilungen.

I. Wilh. Lang: Zur Ansteckung der Gerste durch Ustilago nuda.

(Eingegangen am 30. Dezember 1916.)

Früher glaubte man, die Ansteckung durch die Brandpilze könne allgemein nur an der jungen Keimpflanze erfolgen. Den ersten Fortschritt zur Klärung des Sachverhalts brachten die Untersuchungen BREFELDs über den Beulenbrand des Mais, wonach alle Teile der Pflanze in jugendlichem Zustande ansteckungsfähig sind. Rätselhaft blieb noch der Vorgang bei den Flugbrandarten, die auf Weizen und Gerste auftreten. Das Sporenpulver verstäubt hier schon zur Blütezeit und die Sporen können leicht vom Wind auf die Blüten verweht werden. Dieses auffallende zeitliche Zusammentreffen hat schon HOFFMANN (14) zu denken gegeben: „Fragt man nun, auf welche Weise der Parasit an die Pflanze kommt, so sind folgende Möglichkeiten in Erwägung zu ziehen; 1) durch die Blüte; nämlich in dem Sinne, daß etwa ein während der Blütezeit durch *Ustilago* infizierter Fruchtknoten *ein krankes Korn bildete, welches im nächsten Jahre dann einen* oder mehrere kranke Halme treiben würde. Aber dann müßte man bereits in den Früchten der betreffenden Sommerähre Mycelium finden, was bisher nicht geschehen ist". Er hat auch „viele" Ansteckungsversuche zur Blütezeit ausgeführt. Da aber die aus solchen Körnern hervorgegangenen Pflanzen nicht brandig wurden, entschied er sich für die herrschende Auffassung einer Keimlingsansteckung, obwohl die nach Hunderten zählenden Impfversuche, die er in den Jahren 1856—1862 nach dieser Richtung anstellte, ebenfalls „fast in allen Fällen ohne Erfolg" geblieben waren. Es ist auffallend, daß seine Veröffentlichung keinen der späteren Forscher zur Nachuntersuchung angeregt hat. — Den gleichen Gedankengang findet man erst bei JENSEN (16) wieder. Aber auch seine Versuche, die Blüten anzustecken, blieben ohne Erfolg, deshalb nahm er eine Überwinterung der Sporen zwischen Spelzen und Korn wie beim Hafer an.

Zuerst gelang die Blüten-Ansteckung einem Australier, FRANK MADDOX in Tasmania im Jahr 1896 (zitiert nach MC ALPINE [19]): „Ich will jetzt die Schlußfolgerungen mitteilen, zu denen ich auf Grund meiner Versuchsergebnisse beim Weizenflugbrand gekommen bin. Es ist mir nie gelungen, die Ansteckung und die Krankheit mit Sporen am Korn oder im Boden hervorzurufen, was ich mit Steinbrandsporen zur Erzeugung des Steinbrandes leicht erreichte. Die einzige Art, wie es mir gelang, Getreide anzustecken und Brand hervorzurufen (was selten versagte) ist die, daß man die Sporen zur Blütezeit auf den Fruchtknoten bringt, ungefähr um dieselbe Zeit, wo die Pollenkörner herausfallen. Das Korn wird reifen, ohne die geringsten Anzeichen von Krankheit zu zeigen. Ich habe jetzt die Zeit so gut getroffen, daß ich sagen kann, ich kann niemals einen Mißerfolg haben. Ich denke, dies erklärt, daß umgekehrt, wenn ich fehlte, der Fruchtknoten noch nicht weit genug war, um für die Sporen ein Keimbett abzugeben, oder möglicherweise die Spore manchmal nicht reif genug war. Vergleicht man die Steinbrand- und Flugbrandsporen in bezug auf ihre Keimungsgelegenheit, so verhalten sie sich genau entgegengesetzt zueinander. Es erscheint mir wirklich wundervoll, wie die Brandsporen sich verhalten, da das Ovar durch die Spelzen gut geschützt ist, und es gibt nur eine kurze Periode, wo die Ansteckung erfolgreich zu sein scheint. Es ist außer Zweifel, daß wir hier den praktischen Beweis für die Tatsache haben, daß die Ansteckung beim Flugbrand während der Blütezeit erfolgt, und daß dies der erste Bericht ist.“

Im nächsten Jahr, 1897, führten NAKAGAWA und YAMADA die Ansteckung der Weizenblüten mit ausgereiften Flugbrandsporen aus, die angesteckten Körner wurden ausgesät und die daraus hervorgehenden Pflanzen wurden im Jahr darauf brandig. — Bald darauf kam HORI (15) zu den gleichen Ergebnissen mit *Ustilago tritici* und *U. nuda* und „er schloß daraus, daß die Sporen jenes Brandes, welche zur Blütezeit des Wirts reifen und leicht durch den Wind zerstreut werden können, im Innern des Korns zurückgehalten werden und die Krankheit während der nächsten Blütezeit der Wirtpflanze auferstehen lassen“ (nach MC ALPINE).

Bei uns haben, ohne von diesen australischen und japanischen Forschungen Kenntnis zu haben, BREFELD (3) im Jahr 1903 und HECKE (10) 1904 die ersten Mitteilungen über ähnliche Ansteckungsversuche veröffentlicht. BREFELD hat durch zahlreiche und sorgfältige Versuche nicht bloß den Nachweis erbracht, daß *U. tritici* und *U. nuda* die Blüte anzustecken vermögen, sondern

er hat auch gezeigt, daß dies bei den beiden Brandpilzen die einzige Art der Ansteckung ist und Keimlingsansteckung hier nicht in Frage kommt. HECKE hat außerdem als erster das Brandmycel in dem jungen Keimling bei Gerste nachgewiesen.

Es erhebt sich nun die Frage: was wissen wir über den Verlauf der Ansteckung? Die vom Wind verwehten Sporen gelangen auf die Narbenäste und auch zwischen den Fruchtknoten und die Spelzen. Auf welchem Wege erreichen die Pilzfäden der auskeimenden Sporen den Embryo? BREFELD (3) berichtet darüber 1905: „Es konnte mit Sicherheit beobachtet werden, daß besonders auf der federförmigen Narbe fast alle Sporen in dem Narbensekret ausgekeimt waren, und daß von den Sporenkeimlingen lange Fäden ausgingen, die sich den Narbengeweben angelegt hatten und sich in diesen verloren. Eine weitere Beobachtung, um das Vordringen der Keimschläuche durch die Narbe auf noch weitere Strecken zu verfolgen, stieß insofern auf Schwierigkeiten, als die sichere Unterscheidung der feinen Pilzfäden nach unten allmählich abnahm und somit das Einwachsen der Schläuche durch die Narbe in den jungen Fruchtknoten nicht sicher gesehen werden konnte. Es liegt aber kein Grund vor, der gegen die Annahme spräche, daß die auf der Narbe üppig auskeimenden und in ihren Schläuchen nach unten fortwachsenden Infektionskeime nicht auch weiter vordringen und gleich den Pollenschläuchen in den Fruchtknoten gelangen sollten. Das gleiche kann von den Sporen gelten, welche an dem jungen Fruchtknoten direkt keimen und in das junge Gewebe desselben eindringen. Weiter als die oben angegebenen Einzelheiten sind mikroskopisch durch Beobachtungen nicht zu ermitteln." 1907 (4) teilt er dann noch mit: „Die anatomischen Untersuchungen ergaben in jedem Falle, daß die Infektionskeime sich in allen Teilen des Embryos und auch im Endosperm vorfanden, daß diese Infektionskeime die Samenruhe mit dem Getreide durchmachen, erst mit seiner Keimung wiederbelebt werden, um dann mit der weiteren Entwicklung der Pflanzen in den Fruchtknoten der Blütenstände zur Brandlagerbildung zu gelangen." 1908 bestätigt BREFELDs Mitarbeiter FALCK (7), das Brandmycel „im Scutellum, im Embryo und in seiner unmittelbaren Umgebung im Nährgewebe" gefunden zu haben. Von HECKE ist die 1905 (11) in Aussicht gestellte Abhandlung über die vorliegenden Fragen noch nicht erschienen.

BROILI (5) hat im Jahre 1908 Ansteckungsversuche bei der Gerste gemacht, zunächst mit der Absicht, brandwiderstandsfähige Stämme herauszuzüchten. Später hat er sich zusammen mit

W. SCHIKORRA (6) eingehender mit der Biologie des Gerstenflugbrandes beschäftigt, doch steht die im Sommer 1913 angezeigte ausführlichere Abhandlung noch aus. Bis jetzt hat er das Vorkommen und Verhalten des Pilzes im ruhenden Samen dargestellt, worauf ich später zurückkommen werde. Ferner haben die beiden Verfasser die Zugehörigkeit des im Samenkorn gefundenen Mycels mit *U. nuda* durch Reinkulturen dargetan; endlich führen sie als Beweis für die Identität des im Korn gefundenen Mycels mit *U. nuda* an, daß regelmäßig aus mycelhaltigen Körnern Brandpflanzen hervorgegangen sind.

Ich habe im Sommer 1908 mit Ansteckungsversuchen beim Weizen begonnen und konnte als erster 1909 (17) lückenlos den Weg aufzeigen, den *U. tritici* nimmt, um zum Embryo zu gelangen. Ich habe dann in den folgenden Jahren verschiedentlich Versuche sowohl mit Weizen als mit Gerste angestellt. Dabei hat mich weniger die Absicht geleitet, den Weg der Ansteckung auch für *U. nuda* klarzulegen, denn ich nahm damals als so gut wie sicher an, daß die beiden auch sonst so nahe verwandten Pilze — BREFELD will sie zu einer Art zusammengefaßt wissen — sich darin ganz gleich verhalten. Ich wollte vielmehr eine Übersicht über die Anfälligkeit einer größeren Anzahl von Sorten beider Getreidearten gewinnen und dann den Ursachen für die Widerstandsfähigkeit nachgehen. Es war hier viel eher die Möglichkeit vorhanden, zu eindeutigen Ergebnissen zu gelangen als bei der Keimlingsansteckung, schien doch der Erfolg viel weniger von äußeren Umständen abhängig zu sein. Ich mußte aber die Versuche bald aufgeben, da unsere im botanischen Garten angebauten Getreide zu wenig sicher vor störenden Einflüssen waren. Dagegen habe ich mit Gerste noch mehrmals größere Versuche durchgeführt, vor allem, um ähnlich wie BROILI und SCHIKORRA geeignetes Material zur Prüfung der durch die Heißwasserbeize angeschnittenen Fragen zu bekommen. Ich war dabei anfangs wenig vom Glück begünstigt. Das Bestäuben erfolgte, wie beim Weizen, stets mit der größten Vorsicht nur bei spreizenden Blütchen. Dabei wurde ein feiner, nur wenig Brandpulver haltender Pinsel derart über dem Blütchen abgeklopft, daß ein kleines Staubwölkchen das Blütchen erfüllte. Es ließ sich aber nicht vermeiden, daß dann und wann eine deutlich sichtbare Menge in das Blütchen fiel. Durch Abblasen wurde dann von dem Brandstaub entfernt, was nicht bereits an den Narbenästen festklebte. Auf diese Weise wurde naturgemäß nicht bloß die Narbe, sondern auch der ganze junge Fruchtknoten bepudert. Beim Weizen hatte ich damit aus-

gezeichnete Erfolge; bei der überwiegenden Mehrzahl der Körner gelang die Ansteckung, ohne daß nur ein einziges Korn sich nicht normal entwickelt hätte. Bei der Gerste dagegen waren die meisten Körner mehr oder weniger geschrumpft und der Embryo vielfach nur unvollkommen entwickelt; ein Teil der Blüten blieb ganz taub. Der Mißerfolg mußte umsomehr befremden, als es den Züchtern bei Kreuzungsversuchen leicht gelingt, normale Körner zu ernten; und dabei sind doch viel stärkere Eingriffe notwendig. Erst als ich den Brandstaub in Säckchen aus feinstem Gewebe füllte und diese über den Blütchen ausklopfte, erhielt ich etwas bessere Ergebnisse, obwohl auch jetzt Schrumpfungen, wie sie auch BROILI beschreibt, nicht selten sind. Da eine Beeinträchtigung des Befruchtungsvorgangs oder eine sonstige Verletzung der Blüte nunmehr vollkommen unmöglich ist, so gewinnt die Vermutung an Wahrscheinlichkeit, daß der Pilz an der mangelhaften Entwicklung des Kornes irgendwie beteiligt ist. Dem nachzugehen, hat mich schon lange gereizt; außerdem aber brauche ich den vollständigen Entwicklungsgang von *U. nuda* für die von mir beabsichtigte erneute Bearbeitung der Brandkrankheiten unserer Hauptgetreidearten[1]); es war mir daher nicht möglich, noch länger auf die von BROILI und SCHIKORRA versprochene Abhandlung zu warten.

Die Keimung der Sporen und das Eindringen der Hyphen in die Narbenäste erfolgt ganz ähnlich, wie ich es für *U. tritici* beschrieben habe. Weiter folgen die Hyphen dem Leitgewebe für den Pollenschlauch, bis sie zum Scheitel des inneren Integumentes gelangen. Das Vordringen der Hyphen scheint bei *U. nuda* rascher vor sich zu gehen als bei *U. tritici*. Ich habe sie schon fünf Tage nach der Bestäubung nicht bloß zwischen den Zellen des inneren Integumentes, sondern sogar schon innerhalb der Nucellarschicht angetroffen. Sie erreichen also in sehr kurzer Zeit jene Gewebeschichten, von deren Zustand das weitere Vordringen wesentlich abhängt. So früh kann aber von der Ausbildung einer Cuticula an der äußeren Integumentschicht noch keine Rede sein. Deshalb steht den Hyphen der Weg durch die Zellzwischenräume noch gänzlich frei. Wie etwa verspätete Hyphen sich verhalten, das zu beobachten hatte ich keine Gelegenheit. Ist der Pilz aber einmal in das Innere der Samenanlage eingedrungen, so hat er beim weiteren Wachstum kein Hindernis mehr zu überwinden. Er wächst der Chalaza entlang in die Tiefe, bis er den Embryo er-

1) Die noch fehlende Untersuchung über die Ansteckung durch *Tilletia* und *Urocystis* ist fertig und wird in kürzester Frist erscheinen.

reicht. Auf diesem Wege kann man schon frühzeitig eine reichliche Verzweigung der Pilzfäden beobachten. Außerdem sind die einzelnen Hyphen jetzt viel kräftiger, entsprechend der reichlichen Versorgung mit Nährstoffen durch die Chalaza. Auf das Verhalten des Pilzes im Embryo werde ich später zu sprechen kommen.

Der bisher beschriebene Weg entspricht genau dem, was über *Ustilago tritici* bekannt ist. Dort gibt es für den Pilz nur diese eine Möglichkeit, zum Embryo zu gelangen; wenigstens habe ich bei den vielen von mir untersuchten Fruchtknoten von verschiedenen Weizensorten nie eine Stelle gefunden, die auch nur als Versuch des Pilzes gedeutet werden könnte, die Epidermis des Fruchtknotens anzugreifen und in sie einzudringen. Die von BREFELD ausgesprochene Vermutung, daß die ganze Oberfläche des Fruchtknotens den Angriffen der Keimfäden des Pilzes ausgesetzt sein könne, trifft für den Weizen sicher nicht zu.

Dagegen konnte ich bei der heuer zu den Versuchen benützten Frankengerste (Sommerfrucht) Beobachtungen machen, die zu dem Schluß berechtigen, daß *Ustilago nuda* eine ungleich größere Angriffsenergie entwickelt als *U. tritici*. Beim Bestäuben der offenen Blütchen gelangen die Sporen sicher in großer Zahl auch zwischen den Fruchtknoten und die Spelzen. Das Spreizen dauert aber nur ganz kurze Zeit, nachher schließen die Spelzen wieder ganz dicht zusammen und bilden um den Fruchtknoten einen kleinen, gut abgeschlossenen Raum. Darin wird die Luftfeuchtigkeit wesentlich höher sein, als in der freien Atmosphäre; es ist auch möglich, daß die Schwellkörperchen nach dem Aufhören des Spreizens nach außen Flüssigkeit austreten lassen. Auf alle Fälle darf angenommen werden, daß nach einem Regen in dem Raum soviel Feuchtigkeit vorhanden ist, als die zwischen dem unteren Teil des Fruchtknotens und den Spelzen befindlichen Flugbrandsporen zum Keimen brauchen. Es wird also erst noch untersucht werden müssen, ob die eingeschlossenen Sporen ganz unabhängig von den äußeren Verhältnissen jederzeit wie auf der Narbe zu keimen Gelegenheit haben. An den von mir untersuchten Fruchtknoten konnten fast immer gekeimte Sporen in großer Zahl nachgewiesen werden; es hat aber während der Blütezeit öfters leichte Gewitterregen gegeben.

Die Keimfäden vermögen an dem unteren Teil der Fruchtknoten die Außenwand der Epidermiszellen zu durchbohren; einmal eingedrungen wählen sie den kürzesten Weg, um die Fruchtknotenwandung zu durchmessen. Sie wachsen durch die Zellen hindurch und verzweigen sich in der Fruchtknotenwand noch

mehrmals. Ab und zu begegnet man in den Zellzwischenräumen knotenförmigen Verdickungen. Der Angriff kann an ein- und demselben Fruchtknoten an so vielen Stellen zugleich erfolgt sein, daß man auf einem einzigen Längsschnitt mit Leichtigkeit drei verschiedene Nester unterscheiden kann. Durch das Eindringen des Pilzes werden die Zellen getötet. Dadurch fallen die angegriffenen Gewebeteile schon bei mittlerer Vergrößerung auf. Liegen mehrere Angriffstellen nahe beisammen, so bilden die toten Zellen bald ein großes zusammenhängendes Trümmerfeld. So sind bereits sieben Tage nach der Bestäubung große Teile im Innern der Fruchtschale unten am Fruchtknoten durch den Pilz getötet. Nach weiteren drei Tagen erfolgt bereits der Angriff auf die äußere Schicht des Integumentes. Sie scheint aber größeren Widerstand zu bieten als die Zellen der Fruchtschale. Die Hyphen dringen nicht einfach in die Zellen ein, sondern die angegriffenen Zellwände erhalten von innen Verdickungen, die an den beobachteten Stellen mehr als die halbe Breite der Zelle einnehmen können. Solche Wandverdickungen können sich über mehrere Zellen nebeneinander erstrecken.

Nach den Beobachtungen, die ich am *Fruchtknoten vierzehn* Tage nach der Bestäubung machen konnte, erscheint es sehr wahrscheinlich, daß die Hyphen unter günstigen Umständen das Integument wesentlich früher erreichen und darin eindringen, ohne daß sie um diese frühe Zeit auf größeren Widerstand stoßen würden. Ohne diese Voraussetzung wäre es schwer verständlich, wie der Pilz, der am zehnten Tage in die äußere Zellschicht des Integuments einzudringen versucht, schon vier Tage später nicht bloß die Nucellarepidermis zu durchwachsen, sondern auch im ganzen unteren Teil des Endosperms sich außerordentlich auszubreiten imstande ist. Tatsächlich kann man um diese Zeit den Pilz in der unteren Hälfte des Fruchtknotens fast überall finden, ausgenommen den jungen Keim [1]). Vereinzelte Fäden trifft man noch im inneren Teil der Fruchtknotenwand, außerordentlich zahlreich sind sie zwischen den Schichten des Integuments und der Nucellarepidermis. Auf Längsschnitten begegnet man hier Schnitt für Schnitt ausgedehnten, längs verlaufenden Fadenstücken; ein guter Teil der Hyphen sucht also auf dem nächsten Weg den Embryo zu erreichen. Dazwischen sieht man kurze, quer verlaufende Hyphen, die dem Endosperm zustreben. In diesem selbst

---

1) Die erläuternden Abbildungen werden der Gesamtdarstellung beigegeben.

trifft man zwischen den Zellen allenthalben die Spitzen der in kräftigem Wachstum befindlichen Hyphen.

Aus dem Bild, das die Hyphen darbieten, kann man gewisse Schlüsse über ihr Alter und die Wachstumsbedingungen ziehen. Junge, kräftig wachsende Hyphen sind dicht vom Plasma erfüllt, sie färben sich zum Beispiel mit Haematoxylin gleichmäßig und tief blauschwarz. Sie fallen in dem jungen, noch wenig mit Stärke gefüllten Endospermgewebe, das bei der angewandten Färbung fast farblos bleibt, schon bei mäßiger Vergrößerung auf; augenscheinlich ist die Ernährung hier noch denkbar günstig. Aehnlich färben sich die Hyphen in der Fruchtknotenwand, aber ihr Durchmesser ist bedeutend geringer. Ein ganz anderes Aussehen haben dagegen schon um diese Zeit die längs und quer verlaufenden Hyphenstücke in den Schichten des Integumentes und des Nucellus. Sie haben eine rauchbraune Farbe und sind entweder inhaltsarm oder ganz entleert. Man darf daher annehmen, daß sie Zeugen einer früheren Periode besonders üppigen Pilzwachstums sind; die Nährstoffe sind jedenfalls von den der Auflösung verfallenden Schichten des Integumentes geliefert worden.

Besonders auffallen mag, daß der junge Embryo trotz der außerordentlichen Ausbreitung des Pilzes von ihm verschont geblieben ist. Dabei muß der Pilz gerade in der Gegend des Embryo schon frühzeitig die Integumentschicht durchbrochen haben, denn man findet unmittelbar dem Embryo anliegend nicht bloß einzelne Hyphenstücke, sondern größere Mycelnester, die gar keinen plasmatischen Inhalt mehr führen. Man wird also beinahe zu der Annahme gezwungen, daß dem Pilz das Eindringen in den Embryo von der Außenseite her — wenigstens um diese frühe Zeit — verwehrt ist. Ein Absterben der Zellen infolge des Pilzangriffs beobachtet man fast nur in der Fruchtknotenwand, seltener im Integument, in dem weiter innen gelegenen Gewebe überhaupt nicht mehr. Aber auch in der Fruchtknotenwand sterben durchaus nicht alle Zellen ab, die mit den Hyphen in Berührung kommen, nicht einmal alle jene Zellen, die von ihm durchbohrt werden. Die meisten toten Zellen findet man am unteren Ende des Fruchtknotens.

Es trifft jedoch durchaus nicht immer zu, daß der Pilz nach vierzehn Tagen in der beschriebenen Weise von dem ganzen Fruchtknoten Besitz ergriffen hat. Obwohl die untersuchten Fruchtknoten von diesem Alter alle am gleichen Tage mit Sporenpulver bestäubt worden sind und somit die gleichen günstigen äußeren Bedingungen für das Keimen der Sporen gehabt haben.

Es kommt auch vor, daß der Pilz, der offenbar an verschiedenen Stellen eingedrungen ist, in den Schichten des Integuments stecken *geblieben ist und nirgends die Nucellarepidermis durchdrungen* hat. Zwischen den Integumentzellen findet man dann stark angeschwollene Hyphenstücke mit kurzen Fortsätzen nach innen, die man als letzten Versuch des Pilzes deuten könnte, weiter vorzudringen. Die Wandung solcher Hyphen ist bereits stark verdickt; sie besitzen einen gleichmäßig dichten Inhalt und dunkelrauchbraune Färbung und sind von den in reifenden Körnern gefundenen Dauerformen nicht zu unterscheiden.

In älteren Fruchtknoten wird es nicht mehr immer möglich sein, die Herkunft des Mycels mit Sicherheit festzustellen. Der durch die Narbe eingedrungene und der Chalaza entlang wachsende Pilz vermag ebenso das Nährgewebe zu durchwachsen wie jene *Hyphen, die ihren Weg durch die Fruchtknotenwand und das* Integument genommen haben. Es wäre sogar noch ein weiterer Weg denkbar; die durch die Narbe am Integumentscheitel angekommenen Hyphen wachsen zwischen Integument und innerer Fruchtknotenepidermis weiter und ernähren sich von den der Auflösung verfallenden Integumentschichten. Sie müßten dann früher oder später durch die noch verbleibende Scheidewand hindurch, die sich aus dem Rest des Integumentes und der Nucellarepidermis sowie der Kleberschicht zusammensetzt. Ich habe aber in der oberen Hälfte des Fruchtknotens auf keiner Altersstufe in den Integumentschichten Mycel finden können. Es erscheint daher wenig wahrscheinlich, daß die Hyphen diesen dritten Weg benützen. — Mag es also auch schwierig sein, in reifenden Körnern den Ursprung des Mycels mit Sicherheit nachzuweisen, so wird man doch immer Anhaltspunkte dafür finden können ob die Hyphen durch die Fruchtknotenwand eingedrungen sind. Es bleibt aber auch dann immer noch die Möglichkeit, daß der Pilz am gleichen Fruchtknoten *sowohl* durch die Narbe *wie* durch die Fruchtknotenwand den Weg ins Innere gefunden hat. Das letztere dürfte bei der in den Versuchen erzielten Massenansteckung sogar die Regel sein.

In den Fruchtknoten, die neunzehn Tage nach dem Bestäuben eingelegt wurden, konnte wenig Neues gefunden werden. In allen bis auf einen war der junge Keim frei von Mycel; in dem einen versuchten die ersten Hyphen zwischen den Saugzellen des Schildchens einzudringen. Immer aber wurden stark angeschwollene Hyphenstücke in dem Gewebe gefunden, das sich rückwärts an das Schildchen anschließt, also im Nährgewebe und den zwischen dem Nährgewebe und dem Schildchen stark zusammengedrückten

Zellen, von denen in der Regel nur die Zellwände übrig geblieben sind. Diese Hyphen haben augenscheinlich bereits Dauerform angenommen.

Etwas ergiebiger ist die Ausbeute bei den Körnern gewesen, die 24 Tage nach dem Bestäuben geerntet worden sind. Für spätere Versuche mag vermerkt werden, daß sie am gleichen Tage wie die vierzehntägigen Fruchtknoten bestäubt worden sind, während die zehn- und neunzehntägigen einer andern Versuchsreihe angehören. Es ist wohl möglich, daß bei jener Reihe die Witterungsverhältnisse das Keimen der Sporen mehr begünstigt haben; leider habe ich im Sommer versäumt, darüber genauer Buch zu führen. Integument und Nucellusgewebe ist jetzt fast vollständig geschwunden; die Außenwand der Innenepidermis der Fruchtschale und der Kleberschicht ist stark verdickt. In dem Zwischenraum sind noch einzelne Zellen als Überreste des Integumentes vorhanden. Dazwischen findet man sehr reichlich Mycel, das tonnenförmig angeschwollen ist und alle Merkmale des Dauerzustandes besitzt. Außerdem sind oberhalb des Schildchens am ganzen Umfang des Fruchtknotens zahlreiche Hyphen erst vor kurzem in die Kleberschicht eingedrungen. Die Kleberschicht ist mehrere Zellagen mächtig, aber nur die Außenwand ist stärker verdickt, alle andern Zellwände sind noch äußerst fein. Die Hyphen sind in die Zellen eingedrungen; dabei kann man sehr wohl zweierlei Wandungen unterscheiden: die eine ist die Fortsetzung der Zellwand, die andere gehört der Hyphe an. Sie durchdringt den dichten Plasmakörper und verzweigt sich innerhalb der Zelle. Der eine Ast tritt in den Zellzwischenraum über, der andere dringt in die zunächst gelegene Kleberzelle ein. Die Zellen der Kleberschicht wehren sich also nicht gegen den Eintritt des Pilzes und werden auch nicht sichtbar durch ihn geschädigt. — Von der Kleberschicht geht es dann weiter in das Nährgewebe oberhalb des Schildchens; man findet da wachsende Hyphenenden in großer Zahl. Endlich treten die Hyphen von rückwärts zwischen den Saugzellen in das Schildchen ein, wobei der obere Teil besonders bevorzugt wird. Im Schildchen folgen sie der Gefäßbündelanlage, bis sie in das Achsenstück umbiegt. An der Biegungsstelle habe ich die am weitesten vorgedrungenen Hyphenspitzen beobachtet. Von der Vorderseite dringen keine Hyphen in den jungen Keim ein.

Bei einigen Fruchtknoten ist auch um diese Zeit der Embryo noch vollständig frei von Mycel, obwohl es im übrigen Gewebe, dem Integumentrest, der Kleberschicht und dem Endosperm sehr

reichlich vorhanden ist. Das Mycel ist hier meist in Danerzustand übergegangen, so daß es als sehr fraglich erscheint, ob überhaupt noch einige Fäden in das Schildchen eintreten. — Mehrfach konnte am unteren Teil des in der Raphe verlaufenden Gefäßbündels außerordentlich üppige Mycelentwicklung festgestellt werden. Die Hyphen treten nicht bloß in dem Begleitgewebe auf, sondern sind auch in die Gefäßzellen eingedrungen. Bei einem derartigen Fruchtknoten ist der Embryo so weit verkümmert, daß nur das Schildchen und eine Wurzelanlage vorhanden ist. Die Erklärung hierfür mag darin gefunden werden, daß unten am Fruchtknoten in der Fruchtschale, auch entlang dem Gefäßbündel große Gewebeteile durch die Massenansteckung des Pilzes getötet worden sind, wodurch die normale Ernährung notgelitten hat.

Als besonders bemerkenswert möchte ich nochmals hervorheben, daß der Pilz, der schon frühzeitig in die nächste Nähe des Embryo gelangt, erst sehr viel später eindringt und daß ihm der Eintritt nur durch die Saugzellenschicht des Schildchens möglich ist. Zur Erklärung des auffallenden Vorganges vermag vielleicht gerade der Umstand beizutragen, daß alle andern Teile des Embryo den Zugang verwehren. Die junge, etwa vierzehn Tage alte Keimanlage ist nach außen durch eine feine, aber lückenlose Außenhaut abgeschlossen; das gilt auch für die Anlage des Schildchens. Erst wenn die Saugzellenschicht nahezu fertig gebildet ist, wenn sich die einzelnen Saugzellen halbkugelförmig gegen das angrenzende Gewehe vorwölben, entstehen an den Kanten der Zellen kleine Zwischenräume. Durch sie kann der Pilz ohne weiteres eindringen. Die Verschiedenheiten im Bau der einzelnen Teile des Embryo reichen aber noch nicht aus, das Verhalten des Pilzes restlos zu erklären. Denn gerade bei *U. nuda* haben wir mehrfach gesehen, daß auch stärkere Zellwände kein besonderes Hindernis zu bilden vermögen. Zum vollen Verständnis wird man daher auch die Ernährungsmöglichkeiten in Betracht ziehen müssen. Ich möchte daran erinnern, daß die Hyphen, die sich zwischen Fruchtschale und Kleberschicht befinden, ein verschiedenes Verhalten gezeigt haben. Die älteren haben, nachdem die von den Integumentzellen herrührenden Nährstoffe aufgebraucht und zwischen den beiden stark verdickten Außenwänden kein weiterer Zustrom möglich war, sich zum Dauerzustand angeschickt, die jüngeren, noch in lebhaftem Wachstum befindlichen dagegen sind trotz der dicken Trennungsschicht in die Kleberzellen eingedrungen. Ganz ähnlich werden die Verhältnisse im Nährgewebe liegen. Solange die Zellen noch wenig Stärke enthalten, können

sie *reichliche Mengen flüssiger Nährstoffe an den Pilz abgeben.* Je mehr aber die Stärkespeicherung fortschreitet, umsomehr wird die Zellsaftmenge zurückgehen und konzentrierter werden. Dadurch aber wird die Ernährung des Pilzes erschwert, es werden also die älteren Hyphen in Dauerform übergehen und die jüngeren werden bessere Nährstoffquellen aufsuchen. In dem jugendlichen Endosperm standen dem Pilz die Nährstoffe in üppigster Fülle zu Gebot, deshalb vermochte der Embryo keine besondere Anziehung auszuüben. Später stellen die noch in Teilung begriffenen Zellen des Embryo mit ihren unverdickten Wänden die einzige, im Korn noch erreichbare Nährstoffquelle dar. Dadurch wird nicht bloß der späte Eintritt in den Embryo verständlich, sondern auch eine Erklärung dafür gewonnen, warum trotz der reichlichen Mycelentwicklung im Nährgewebe nur verhältnismäßig wenige Hyphen in das Schildchen eindringen.

Im Anschluß an den mehrfach erwähnten Vorgang, daß die Hyphen so spät noch die Kleberschicht durchdringen, mag auch die Frage erörtert werden, wie lange der Pilz die Möglichkeit hat, eine erfolgreiche Ansteckung auszuführen, welcher Spielraum insbesondere für das Keimen der Sporen vorhanden ist. Wir haben mehrfach Gelegenheit gehabt, zu beobachten, daß *U. nuda* eine für Brandpilze besonders starke Angriffsenergie zu entwickeln vermag. Es ist daher sehr wohl denkbar, daß die Keimfäden von Sporen, die erst spät zu keimen Gelegenheit haben, noch in die Fruchtschale eindringen können. Sie müssen aber, am innern Rand der Fruchtknotenwand angekommen, erst die kräftig entwickelte innere Cuticula durchbohren, ehe sie die ebenfalls gut geschützte Kleberschicht angreifen können. Daß Sporen, die z. B. vierzehn Tage nach der Blüte zwischen Spelze und Fruchtknoten zum Keimen kommen, noch eine Ansteckung auszuführen imstande sind, erscheint nach dem bisherigen nicht unmöglich, Gewißheit können aber nur weitere Versuche bringen. Trifft unsere Vermutung zu, so ist für *U. nuda* die Aussicht auf Ansteckung noch wesentlich günstiger geworden.

Die Untersuchung der reifen Körner hat die von BROILI (5) gemachten Angaben in allen Punkten bestätigt. Im Schildchen findet man reichlich Mycel, besonders im oberen und mittleren Teil, am häufigsten dort, wo das Schildchen in das Achsenstück übergeht. Auch in der Achse sind Hyphenstücke durchaus nicht selten, dagegen habe ich im Sproß nur einmal wenige Hyphen gesehen. Die Würzelchen, die Wurzelscheide und die Blattanlagen sind ganz frei. Die Hyphen dringen dann und wann in die Zellen

ein und entsenden gewissermaßen Haustorien; sie durchdringen die Zellen aber auch ganz, wie in der Kleberschicht. In einem Handschnitt durch das Schildchen habe ich auch mehrmals längere Hyphenstücke beobachtet, die der Reihe nach durch mehrere Zellen mitten durchgedrungen sind. An der Durchtrittstelle besitzen sie den gewöhnlichen Durchmesser, im Zellinnern erscheinen sie stark zusammengeschrumpft. Die Mehrzahl der im Schildchen vorhandenen Hyphen ist bereits inhaltsarm, dagegen sind sie im Achsenstück dicht mit stark färbbarem Inhalt angefüllt. Tonnenförmige Anschwellungen habe ich nicht beobachtet.

Wenn BROILI und SCHIKORRA (6) Mycel in allen Teilen des Embryo gefunden haben, „im Sproßkegel manchmal schon in nächster Nähe der Spitze, in den Blattanlagen und Anlagen von Seitensprossen, im Hypokotyl, in der Cotyledonarscheide, ja sogar in der Wurzelanlage", so liegt nur ein scheinbarer Widerspruch vor. Wir haben früher gesehen, daß der Pilz verhältnismäßig spät und mit wenigen Hyphen in das Schildchen eintritt. Hier findet er einen neuen, sehr günstigen Nährboden, in dem er sich aufs Neue auszubreiten beginnt. Erfolgt die weitere Reifung des Korns sehr langsam, so wird er nicht bloß genügend Zeit finden, alle Teile des Embryo zu durchwachsen, sondern das Mycel wird auch am Schluß die bekannten Merkmale des Dauerzustandes aufweisen, da es sich ganz allmählich darauf einrichten konnte. In unserem Fall dagegen ist offenbar die letzte Periode der Reifung stark und fast plötzlich abgekürzt worden. Darauf deutet nicht bloß die geringe Ausbreitung des Mycels hin, sondern vor allem der Umstand, daß das Mycel in der Achse plötzlich von der Austrocknung überrascht worden ist, daß es ihm nicht mehr möglich war, in die normale Dauerform überzugehen.

Ob es auch Körner gibt, bei denen in reifem Zustand der Embryo vollständig frei von Mycel bleibt und dieses in den angrenzenden Geweben in den Dauerzustand übergetreten ist, habe ich nicht mehr feststellen können. Interessant wäre es zu untersuchen, ob solche Körner ebenfalls brandige Pflanzen liefern, ob also der Pilz imstande ist, bei der Keimung den Vorsprung des Keimlings hereinzuholen.

Das Wichtigste der vorliegenden Untersuchung möchte ich darin erblicken, daß *Ustilago nuda* sich grundsätzlich anders verhält wie die ihr so nahe verwandte *U. tritici*. Letztere vermag nur durch die Narbe in das Innere des Fruchtknotens zu gelangen, und ihre Hyphen dringen nie in lebende Zellen ein oder bringen sie zum Absterben. *U. nuda* dagegen besitzt eine ungleich größere

Angriffsenergie und scheint bei guten Ernährungsbedingungen jedes entgegenstehende Hindernis überwinden zu können. Deshalb sind auch die Aussichten für das Gelingen der Ansteckung hier ungleich günstiger. Besonders dann, wenn weitere Versuche bestätigen sollten, daß die Ansteckung auch dann noch gesichert ist, wenn die Sporen erst geraume Zeit nach dem Blühen zum Keimen kommen. — Will man versuchen, sich über die Abstammung der *Ustilago*-Arten ein Bild zu machen, so wird man annehmen dürfen, daß bei den ursprünglich wildwachsenden Gräsern diejenige Art am meisten Aussicht auf Erhaltung gehabt hat, die nach dem Verstäuben der Sporen zur Blütezeit beim Keimen die größte Angriffsenergie zu entwickeln vermochte. Darnach würde *U. nuda* am meisten der ursprünglichen Art entsprechen. Es muß allerdings erst durch einen weiteren Versuch nachgewiesen werden, daß sie auch den Keimling anzustecken vermag, was bei richtiger Versuchsanstellung durchaus wahrscheinlich ist. Dann hätte *U. nuda* im Laufe der Zeit nur die Fähigkeit eingebüßt, auch nach längerer Zeit noch auszukeimen. Die nächste Abstufung würde *U. avenae* darstellen, die wohl den Keimling, aber nicht mehr den Fruchtknoten anzugreifen vermag. Am weitesten entfernt hätte sich *U. tritici*, die den Wirt überhaupt nicht mehr angreifen kann; anders betrachtet stellt sie die höchste Form der Anpassung dar.

Die Frage der Sortenanfälligkeit ist von verschiedenen Forschern gestreift worden. Die Auffassung V. TSCHERMAKs u. a., daß die geschlossen abblühenden Gerstensorten vor Ansteckung geschützt sind, erlangt jetzt erhöhte Bedeutung. Nur vollständiges Geschlossenbleiben der Spelzen und möglichst dichter Abschluß wird eine sichere Gewähr gegen Ansteckung bieten. Daß die geschlossen abblühenden *erectum*-Sorten die Brandfreiheit einzig der Eigenschaft des Geschlossenbleibens der Spelzen verdanken, hat HENNING (13) gezeigt. Er hat zur Blütezeit den oberen Teil der Deckspelze weggeschnitten, so daß die Blüten offen blieben. Die Übertragung der Sporen erfolgte auf natürlichem Weg durch den Wind von dem benachbarten, stark flugbrandhaltigen Felde. Durch das Abschneiden der Spelzen hat der Brandbefall eine Steigerung von 0,004 pCt. auf 15,4 pCt. erfahren. Es wird also ganz allgemein wenig Wahrscheinlichkeit dafür vorhanden sein, daß gewisse Sorten durch besondere Eigenschaften sich auszeichnen, die es dem am Fruchtknoten zum Keimen gelangenden Pilz unmöglich machen, bis zum Embryo vorzudringen.

Auch der Einfluß der Witterung verdient jetzt noch größere Beachtung. Anhaltendes Regenwetter während der Blütezeit wird

die Ansteckung am wenigsten begünstigen. Denn es werden nicht nur die Sporenmassen vom Regen zu Boden gewaschen, sondern auch das offene Abblühen verhindert. Ganz anders werden die Bedingungen sein bei heißem Sommerwetter mit abwechselnden Gewitterregen. V. TSCHERMAK (20) betont, daß „plötzlicher Eintritt von Hitze bei feuchtem Boden, also Sonnenschein kurz nach einem Regen rasches Schossen, Hervortreten der Ähren noch vor Beginn der Blüte und starkes Spreizen der Spelzen an den überhaupt sich öffnenden Blüten“ zur Folge hat. Die gleichen Umstände, die zum offenen Abblühen beitragen, werden sowohl die Übertragung als das Keimen der Sporen in besonderem Maße begünstigen. Aber auch kühles Wetter wird die Ansteckungsgefahr erhöhen; denn es „bedingt eine längere Blühdauer außerhalb der Blattscheide“. Nur bei trockener, warmer Luft und trockenem Boden, also bei anhaltender Trockenheit, wird das Abblühen sehr rasch und vielfach ganz innerhalb der Blattscheide erfolgen und dabei werden auch die Aussichten für die Ansteckung nur gering sein. Um den Einfluß der Witterung auf die Ansteckung vollständig beurteilen zu können, sind erst noch weitere Untersuchungen nötig über den Grad der Abhängigkeit der Sporenkeimung von äußeren Bedingungen.

Die eingangs erwähnten Mißerfolge bei den künstlichen Ansteckungsversuchen, die in dem schwächeren oder stärkeren *Schrumpfen* der Körner bestehen, *finden in der zerstörenden* Tätigkeit des Pilzes eine genügende Erklärung, besonders wenn man bedenkt, daß es sich bei den Versuchen fast immer um einen Massenangriff handelt. Deshalb dürfen auch die erhaltenen Ergebnisse nicht ohne Vorbehalt den Vorgängen in der Natur gleichgestellt werden. Wenn das Sporenpulver durch den Wind verweht wird, werden in die einzelnen Blüten meist nur wenige Sporen gelangen. Die von ihnen am Grund des Fruchtknotens angerichtete Zerstörung wird nur in wenigen Fällen die Ausbildung des Kornes beeinträchtigen. Doch ist es BROILI und SCHIKORRA gelungen, durch daraufhin gerichtete Auslese der Körner den Brandgehalt von 2,3 pCt. auf 1,6 pCt., also um ein Drittel herabzudrücken. Auf die Frage, ob die kleinen Körner ganz allgemein mehr Brandpflanzen liefern, brauche ich hier nicht einzugehen.

Endlich ist die vorliegende Untersuchung geeignet, das Ergebnis von Versuchen, die ich im Sommer 1909 durchgeführt habe, aufzuhellen. Bei der nahen Verwandtschaft von *U. tritici* und *U. nuda* hielt ich es für durchaus möglich, daß die beiden Brandarten unter Umständen auf beide Wirtpflanzen übergehen können.

Ich bestäubte Blüten von KIRSCHES Dickkopfweizen mit Sporenpulver von *U. nuda*. Dabei traf ich alle Vorkehrungen, um eine zufällige Übertragung von *tritici*-Sporen zu vermeiden. Im Versuchsgarten war überhaupt kein Weizenflugbrand vorhanden; der nächste befand sich im botanischen Garten in einer Entfernung von 300 m, war aber vom Versuchsgarten durch zahlreiche Gebüsche getrennt und außerdem in östlicher Richtung. Die Gefahr einer Verunreinigung war also an sich nicht sehr groß; zur Vorsicht wurden jedoch die Versuchsähren in Düten von Pergamentpapier gesteckt, nur zum Bestäuben herausgenommen und dann noch volle acht Tage verschlossen gehalten. Die so geernteten Weizenkörner ergaben im folgenden Jahr 50 pCt. brandige Pflanzen. Daraufhin versuchte ich mehrmals die Umkehrung, Gerste mit *U. tritici*-Sporen anzustecken, aber ohne jeden Erfolg. Es ist also wohl möglich, daß *U. nuda* mit ihrer größeren Aktivität den Weizen krank macht, nicht aber umgekehrt.

Hohenheim, Botanische Anstalt, im Dezember 1916.

Zitierte Literatur.

1. APPEL, O. und GASSNER, G., Der derzeitige Stand unserer Kenntnisse von den Flugbrandarten des Getreides. — Mitteil. d. K. Biolog. Anst. 1907. Heft. 3.
2. — — und RIEHM, E., Die Bekämpfung des Flugbrandes von Weizen und Gerste. — Arb. a. d. K. Biolog. Anst. 1911. S. 343 ff.
3. BREFELD, O., Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. Band 13 und 15. 1905 und 1912.
4. — —, Über die Brandkrankheiten des Getreides. — Jahrb. d. Deutschen Landw.-Ges. 1907. S. 75 ff.
5. BROILI, J., Versuche mit Brand-Infektion zur Erzielung brandfreier Gerstenstämme. — Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. 1910. S. 335 ff. und 1911. S. 53 ff.
6. — — und SCHIKORRA, W., Beiträge zur Biologie des Gerstenflugbrandes (*Ustilago hordei nuda* Jen.) Berichte d. Deutsch. Bot. Gesell. 1913. S. 336 ff.
7. FALCK, R., Die Flugbrandarten des Getreides, ihre Verbreitung und Bekämpfung. — Journ. f. Landw. 1908. S. 173 ff.
8. FRUWIRTH, C., Das Blühen der Gerste. — FÜHLINGS landw. Zeit. 1906. S. 544 ff.
9. — —, Die Züchtung der vier Hauptgetreidearten und der Zuckerrübe. 1907.
10. HECKE, L., Ein innerer Krankheitskeim des Flugbrandes im Getreidekorn. — Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österr. 1904. S. 1 ff.
11. — —, Zur Theorie der Blüteninfektion des Getreides durch Flugbrand. — Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. 1905. S. 248 ff.

12. HENNING, E., Studier öfver kornets blomning och nagra i sambond därmed staende förefeelser. I. Orientierande iaktagelser och synpunkter. — Meddelande fran Ultuna Landsbruksinstitut. Nr. 1. 1906.
13. — —, II. Ett försök med bortklippning af axborsten hos korn vid blomningstiden och dess följder. — Nr. 8. 1910.
14. HOFFMANN, H., Über den Flugbrand. — KARSTEN. Botan. Unters. 1866. S. 192 ff.
15. HORI, S., Seed infektion by smut fungi of cereals. — Bull. Jap. 1907. S. 163 ff.
16. JENSEN, J. L., Nye Undersogelser og Forsog over Kornsorternes Brand. 1888.
17. LANG, W., Die Blüteninfektion beim Weizenflugbrand. — Centralblatt f. Bakt. 2. Abt. 1909. S. 86 ff.
18. — —, Zum Parasitismus der Brandpilze. — Jahresber. d. Ver. f. angew. Bot. 1912. S. 172 ff.
19. MC ALPINE, D., The smuts of Australia: their structure, life history, treatment and classification. — Depart. of Agric. of Victoria. 1910.
20. V. TSCHERMAK, E., Die Blüh- und Fruchtbarkeitsverhältnisse bei Roggen und Gerste und das Auftreten von Mutterkorn. — FÜHLINGS landw. Zeit 1906. S. 194 ff.
21. — —, Weitere Beobachtungen über die Fruchtbarkeits- u. Infektionsverhältnisse der Gersten- und Roggenblüte. — Deutsche Landw. Presse 1909. S. 149 ff.
22. V. TUBEUF, K., Die Brandkrankheiten des Getreides. 1910.

2. Theo. J. Stomps: Ligustrum vulgare mut. ebbingense.

(Mit 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 2. Januar 1917.)

Gelegentlich eines Besuches, den ich im vergangenen Sommer seiner Besitzung in den Dünen in der Mitte zwischen Harlem und Zandvoort (Holland), genannt „de Ebbinge“, machte, lenkte Herr Dr. W. POSTHUMUS MEYJES meine Aufmerksamkeit auf ein sehr merkwürdiges *Ligustrum*-Individuum, das sich scharf von dem, hier in zahlreichen Exemplaren in Dünenniederungen wildwachsenden *Ligustrum vulgare* unterschied. Das gewöhnliche *Ligustrum vulgare* unserer Dünen hat immer rein weiße Blüten und Blätter, die, oberseits sattgrün, unterseits blasser, die größte Breite oberhalb der Mitte haben und am besten als schmal verkehrt eilänglich zu bezeichnen sind. Von unserer Pflanze waren die Blätter kleiner, etwas schmäler, lanzettförmig mit der größten Breite in der Mitte und von gelblichgrüner Farbe, die Blüten wirklich schön gelb,

etwa wie bei *Forsythia*, aber etwas wärmer. Herr Dr. POSTHUMUS MEYJES teilte mir mit, daß ihm die Pflanze schon aufgefallen war, als er vor zwölf Jahren „de Ebbinge“ gekauft hatte, in einer Zeit, als sich in der Nähe noch keine Villen vorfanden, wie das jetzt der Fall ist.

Links und rechts unten Zweige von gelbblütigem *Ligustrum vulgare mut. ebbingense*. Rechts oben, zum Vergleich, Zweig von typischem *L. vulgare*.

Dieses abweichende Individuum erregte in besonderem Grade mein Interesse. Ich vermutete nämlich beim ersten Anblick, daß ich es mit einer an Ort und Stelle in einem einzigen Individuum

entstandenen gelbblütigen Mutation des gewöhnlichen *L. vulgare* zu tun hatte. In der Kultur kennt man zahlreiche Formen des *L. vulgare*, solche mit bunten Blättern, mit anders als schwarz gefärbten Beeren (die Varietäten) *leucocarpum*, *xanthocarpum* und *chlorocarpum)* usw. Dies deutet darauf hin, daß *L. vulgare* sich in einem mutablen Zustande befindet, und wundernehmen könnte es also nicht, falls man in der Natur einer Mutation begegnen würde.

Zunächst stellte ich mir die Frage, ob möglicherweise unsere Pflanze irgendeiner mir unbekannten gelbblütigen kultivierten *Ligustrum*-Art angehörte und aus der Kultur entschlüpft sei. Wahrscheinlich kam mir dies allerdings nicht vor, denn der Ort des Vorkommens lag jeder Kultur fern, als die Pflanze sich zu entwickeln anfing. In der Tat zeigte es sich, daß auf keinen Fall ein aus der Kultur verschleppter Typus vorlag. Die Gattung *Ligustrum* stellt sich hauptsächlich aus weißblütigen Arten zusammen. Daneben kennt man zwar einige Arten mit nicht reinweißen, sondern mit gelblich-weißen oder crême-weißen Blüten. So nach C. K. SCHNEIDERs Illustr. Handbuch der Laubholzkunde das *L. strongylophyllum* und das *L. yunnanense*. Diese kamen aber nicht in Betracht, denn ersteres hat buchsbaumartige Blätter, ganz andere somit als unsere Pflanze, und letzteres unterscheidet sich von ihr durch die sehr kleinen unangenehm duftenden Blüten, und dazu ist gelblich-weiß noch nicht gelb. Gelbe *Ligustrum*-Arten kennt man in der Kultur nicht. Somit konnte unsere Pflanze nur an Ort und Stelle entstanden sein.

Darüber, daß sie aus *L. vulgare* ihren Ursprung genommen hatte, war kein Zweifel möglich. Ihre Merkmale stimmten im großen und ganzen mit denen des *L. vulgare* überein. Eine genaue Bestimmung führte nur zu dem Namen *L. vulgare*. Zudem ist die Pflanze mehreren hervorragenden Kennern kultivierter Gewächse, so Herrn L. SPRINGER, Gartenarchitekt in Harlem, und Herrn A. J. VAN LAREN, Garteninspektor unseres Amsterdamer botanischen Gartens, gezeigt worden. Die Herren konnten sich nur zugunsten des Namens *L. vulgare* aussprechen. Das Vorkommen der Pflanze inmitten normaler *L. vulgare*-Individuen ließ übrigens den Gedanken an einen anderen Ursprung kaum aufkommen.

Wie oben bemerkt wurde, war der Hauptunterschied zwischen dem normalen Individuum und typischem *L. vulgare*, daß die Blätter kleiner, schmäler und lanzettförmig, dazu gelbgrün, und die Blüten gelb waren. Der zuerst genannte Unterschied tritt in unserer Abbildung deutlich zum Vorschein. Dieselbe stellt zwei Zweige,

einen größeren und einen kleinen, der abweichenden Pflanze und zum Vergleich einen kurzen Zweig vom gewöhnlichen *L. vulgare* dar. Die Blätter des letzteren sind deutlich schmal verkehrt eiländglich, diejenigen des anormalen Individuums haben die größte Breite in der Mitte und sind dazu etwas rinnenförmig zusammengefaltet, während die Blätter von typischem *L. vulgare* ganz flach sind. Der Unterschied in der Farbe geht leider nicht aus der Abbildung hervor und das nämliche gilt für die Blütenfarbe. Ich habe die Aufnahme zweimal gemacht, mit und ohne Gelbfilter, in der Hoffnung, in der Photographie einen Unterschied in der Blütenfarbe zu erzielen, aber vergebens. Die gelbe Blütenfarbe rührt, wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, daher, daß in den subepidermalen Zellen der Blütenblätter die Chromatophoren deutlich gelb sind. Wie zu erwarten, zeigte sich der Farbstoff alkohollöslich, als ich eine größere Anzahl von Blütenblättern in Alkohol gebracht hatte. Die prachtvoll goldgelbe Lösung habe ich spektroskopisch untersucht, um Näheres über den Farbstoff zu erfahren. Ich erhielt ein Absorptionsspektrum, das sich, wie ich gleichfalls nicht anders erwartete, mit dem sehr charakteristischen Xanthophyllspektrum — drei breite Absorptionsbänder in Blau und Violett, gleich hinter F im Lichtblau beginnend, und bei Anwendung stärkerer Lösungen zu einer einzigen Endabsorption zusammenfließend — vollständig deckte. Was die weiteren Eigenschaften des abweichenden Individuums anbetrifft, so sei noch darauf hingewiesen, daß die Verzweigungen im allgemeinen zarter waren, als bei *L. vulgare*, die gleichfalls schwarzen Beeren etwas kleiner, im Durchschnitt 4,5 mm breit und 5 mm lang, und dazu in weit geringerer Anzahl anwesend als normal für einen Ligusterstrauch. Vielleicht darf eins wie das andere mit einer herabgesetzten Assimilationstätigkeit in Zusammenhang gebracht werden?

Hatte ich es nun mit einer Mutation zu tun oder mußte unsere Pflanze anders aufgefaßt werden? Erstens war die Möglichkeit zu erwägen, daß eine einfache Standortsmodifikation vorlag, zweitens, daß die Pflanze durch Mendelkombination hervorgerufen worden war.

Was die zuerst genannte Möglichkeit anbetrifft, so konnte dieselbe nicht ohne weiteres zurückgewiesen werden, obwohl die Pflanze zusammen mit anderen normalen Liguster-Individuen in derselben Dünenniederung vorkommt. Man hat es öfters gesehen, daß augenscheinlich unbedeutende Einflüsse zur Folge hatten, daß eine Pflanze sich ganz anders ausbildete, als Individuen derselben Spezies in nächster Nähe. Die Tatsache indessen, daß die Pflanze

... zwölf Jahre hindurch immer in derselben Weise hervorgetan hatte, war der Auffassung derselben als Standortsmodifikation nicht günstig. Ebensowenig die Erwägung, daß der Hauptunterschied mit dem gewöhnlichen *L. vulgare* nicht quantitativer, sondern qualitativer Art war und sich dabei auf die Blütenfarbe bezog. In der Natur begegnet man manchmal Standortsmodifikationen derselben Spezies, die sich in qualitativer Hinsicht von einander unterscheiden, aber die Merkmale, um die es geht, sind dann in der Regel Anpassungsmerkmale. Unterschiede in der Blütenfarbe, welche man im Freien beobachtet, erweisen sich, meiner Erfahrung nach, in den meisten Fällen als konstant. Die Entscheidung brachte mir ein einfacher Kulturversuch. *L. vulgare* läßt sich durch Stecklinge leicht vegetativ vermehren. Stecklinge nun des abweichenden Individuums, die ich seit länger als einem halben Jahre in Töpfen züchte, haben ihre Eigenschaften vollständig beibehalten. Meiner Meinung nach geht aus diesem Versuch mit genügender Sicherheit hervor, daß eine Standortsmodifikation nicht vorlag.

Die Frage, ob die Pflanze vielleicht durch Mendelkombination hervorgerufen wurde, glaube ich in verneinendem Sinne beantworten zu dürfen. Sollten die Eigenschaften der normalen *Ligustrum*-Individuen solche sein, daß eine glückliche Kombination von Keimzellen gelegentlich zum Auftreten eines gelbblütigen Individuums Anlaß geben könnte, so dürfte man auf alle Fälle erwarten, mit einer gewissen Regelmäßigkeit in unseren Dünen solche Individuen und eventuell Zwischenformen entstehen zu sehen. Wo dies nicht der Fall ist, darf man meiner Meinung nach ruhig die *Möglichkeit einer Entstehung auf dem Wege der Mendelkombination* außer Betracht lassen.

Somit bleibt uns nur übrig, unsere abweichende Pflanze als eine an Ort und Stelle zum ersten Male in einem einzigen Idividuum aufgetretene Mutation zu betrachten, eine Mutation, die ich mit dem Namen *L. vulgare mut. ebbingense* zu belegen nicht zögere. Über den Wert dieser Mutation, sowie über den gewählten Namen sei es mir gestattet, hier noch eine kurze Bemerkung zu machen.

Die Mutation zeigt eine Eigenschaft, die bei der Elternart nicht anwesend war. Darf man sie deshalb als eine progressive betrachten? Das wäre für die Mutationstheorie von großer Bedeutung. Die Mutationstheorie hat uns die Einsicht gebracht, daß die Eigenschaften der Organismen aus bestimmten voneinander scharf unterschiedenen Einheiten aufgebaut sind. Daraus ergibt sich als zwingender Schluß, daß neue Arten nur stoßweise entstehen können, abgesehen davon, daß sie auch durch Artkreuzungen

— nicht aber bei rein MENDELschen Kreuzungen, bei denen nie etwas wesentlich neues entsteht — hervorgerufen werden können. Die Annahme einer Entstehung durch Mutation ist unumgänglich, weil selbstverständlich Artkreuzung allein nicht zu dem Reichtum von Formen geführt haben kann, die uns die Natur darbietet. Es hat nun die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, daß die meisten der beobachteten Mutationen retrogressiver Natur, also Verlustmutationen sind. So hält DE VRIES, meiner Meinung nach aus guten Gründen, nur eine einzige Mutation der *Oenothera Lamarckiana* für progressiv, nämlich die *O. Lamarckiana gigas*. Schon hat man die Ansicht ausgesprochen, daß die gesamte Abstammung mittels retrogressiver Mutationen zustandegekommen ist. Das ist wohl unrichtig. Gar zu deutlich sind progressive und retrogressive Artbildung bei der Entstehung größerer Gruppen, wie z. B. der Monocotylen, Hand in Hand gegangen. Wundernehmen kann es doch nicht, daß gegenwärtig retrogressive Mutationen so viel häufiger zur Beobachtung gelangen als progressive! Aus dem Gesagten geht hervor, daß eine neue progressive Mutation Aufsehen zu erregen imstande wäre. Indessen vermag ich unsere *L. vulgare ebbingense* nicht als eine solche zu betrachten und halte sie bis auf Weiteres für eine regressive Mutation. DE VRIES hat zu wiederholten Malen betont, daß latente Eigenschaften offenbar im Pflanzenreiche sehr verbreitet sind. Man kennt mehrere Gattungen von Oleaceen mit gelben Blüten, *Forsythia* z. B., und sogar Arten von *Ligustrum* mit, wie wir das oben gesehen haben, nicht rein-weißen, sondern crême-weißen Blüten, darunter auch eine Kulturform von *L. vulgare*. Es ist deshalb wohl nicht zu gewagt, anzunehmen, daß unsere Mutation regressiver Natur ist. Ich habe Samen in größerer Anzahl von ihr gewonnen, wahrscheinlich zum Teil infolge Bestäubung mit *L. vulgare* entstanden, und hoffe diese auszusäen und durch das Studium der Nachkommen etwas über das Wesen der Mutation zu erfahren.

Was die nomenklatorische Bemerkung anbetrifft, so verhalte ich mich der Art und Weise durchaus unsympathisch gegenüber, wie viele Systematiker die Pflanzen mit Namen belegen. Viel zu wenig rechnet man damit, daß eine Pflanze sich unter verschiedenen Umständen oft sehr verschieden ausbilden kann und zahlreiche der in den Florenwerken anzutreffenden Subspeziesnamen dürften sich schließlich nur auf Standortsmodifikationen einer einzigen Art beziehen. Im besonderen sind mir solche Subspeziesnamen wie *nanus, pauciflorus, velutinus, uniflora, pygmaeum, pumilum, villosum* usw. verdächtig. Ein Zuchtversuch muß immer angestellt werden,

bevor man einen Namen gibt. Als ideelle Nomenklatur schwebt mir dann eine Einteilung in größere Arten vor, die einzig und allein in die Schulfloren hineingehören; diese größeren Arten kann man in Elementararten einteilen, die man in größeren Werken aufzählen kann. Als Elementarart möchte ich betrachten das Gesamte aller Formen, die aequipangenär sind, d. h. dieselben Pangene[1]) in ihren Protoplasten führen, diese aber nicht notwendigerweise in denselben Zuständen. Je nach den Zuständen, in denen die Pangene sich befinden (aktiv, latent, labil usw.) könnte man eine Untereinteilung in Subspezies schaffen. Selbstverständlich würde man auf Schwierigkeiten stoßen, namentlich bei Arten, die nicht reine Arten, sondern Populationen sind, und andererseits dürfte man finden, daß manche Typen, die jetzt als gute Arten betrachtet werden, etwa *Lamium album* und *L. purpureum*, in Wirklichkeit eine einzige Art darstellen und nicht in Spezies-, sondern nur in Varietätsmerkmalen von einander unterschieden sind. So weit sind wir indessen noch lange nicht; man könnte sich aber vorläufig einer Nomenklatur bedienen, die BARTLETT[2]) vorgeschlagen hat. BARTLETT meint, daß, wenn man den Ursprung einer Art aus einer andern kennt, man das durch einen dreifachen Namen zum Ausdruck bringen darf. So spricht BARTLETT von *Oenothera Lamarckiana mut. semigigas*, *O. Lamarckiana mut. nanella*, usw. Die trinäre Nomenklatur hat den Vorzug, daß man parallele Mutationen einer verwandten Art in gleichartiger Weise benennen kann. Man denke an die *Oenothera biennis mut. semigigas* und *nanella*. Hat man einen Einblick in das Wesen der Mutation, so kann man das in dem Namen näher andeuten. *O. Lamarckiana mut. gigas* hält man für eine progressive Mutation, für eine Mutation „of specific rank", sagt BARTLETT, also kann man schreiben: *O. Lamarckiana mut. spec.* (mutativ specifica) *gigas*. Die *O. Lamarckiana mut. brevistylis* ist sicher eine retrogressive Form, oder „of varietal rank" nach BARTLETT. BARTLETT schlägt hier somit den Namen *O. Lamarckiana mut. v.* (mutatio varietalis) *brevistylis* vor. Ich schließe mich ihm gerne an, möchte aber darauf hinweisen, daß man sehr bequem den Charakter der Mutatio varietalis, ob retrogressiv oder degressiv, angeben könnte, indem man anstatt v, d oder r schreibt. *O. Lamarckiana mut. r. brevistylis* sagt uns sofort, daß die *Brevistylis* eine retrogressive Mutation

1) Ich bediene mich des Wortes Pangen, weil ich die Kritik JOHANNSENs dieses von DARWIN und DE VRIES benutzten Wortes für unberechtigt halte.

2) H. H. BARTLETT, An account of the cruciata-floweren *Oenotheras* of the subgenus Onagra. Am. J. of. Bot., Bd. 1, Nr. 5, 1914, S. 287.

darstellt und so könnte man eine rosablütige Mutation von *Lamium album* als *Lamium album mut. d. roseum* bezeichnen. Was unsere *Ligustrum*-Mutation anbetrifft, wage ich keine Entscheidung über ihre Natur zu treffen und möchte sie deshalb einfach als *Ligustrum vulgare mut. ebbingense* vorführen.

27 MAY 1927

3. G. Dittrich: Zur Giftwirkung der Morchel, Gyromitra esculenta (Pers.).

(Eingegangen am 13. Januar 1917.)

Die gleichzeitig und unabhängig voneinander angestellten, in gleich ausführlicher Form veröffentlichten Untersuchungen von PONFICK[1]) und BOSTROEM[2]) hatten zu dem übereinstimmenden Ergebnis geführt, das man seitdem in kurzer Form an vielen Stellen lesen kann: *Helvella esculenta Pers.* (= *Gyromitra esculenta Fr.*) enthält in frischem Zustand einen tödlichen, blutzersetzenden Stoff, der durch siedendes Wasser ausgezogen wird und beim Trocknen der Pilze verschwindet; man soll also die frischen sog. Lorcheln vor der Zubereitung überkochen und dieses Brühwasser beseitigen. Gewonnen waren jene Ergebnisse ausschließlich durch Versuche an Hunden. In der Folgezeit ist die Schädlichkeit unverdorbener sog. Lorcheln vielfach bestritten worden. Zu beachten ist allerdings, daß man sie bei der kunstgerechten Zubereitung in der Küche in der Regel mit warmem Wasser behandelt, um sie nämlich von dem fest anhaftenden Sande zu befreien, ohne den sonst spröden Hut dabei in Stücke brechen zu müssen, und daß man dieses Spülwasser selbstverständlich nicht verwendet. Indessen haben sich auch die nicht mit heißem Wasser in Berührung gekommenen Pilze nach dem gewohnten Schmoren oft als ungefährlich erwiesen; Verf. hat in dieser Weise einmal 175 g ohne jede nachteilige Wirkung genossen. In dem Pilzatlas von GRAMBERG wird auf die Möglichkeit hingewiesen, daß der Giftstoff durch die

---

1) Über die Gemeingefährlichkeit der eßbaren Morchel. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie, 88. Band, 1882, S. 445—508.

2) Über die Intoxikationen durch die eßbare Lorchel (Stockmorchel, *Helvella esculenta*). Deutsches Archiv für klinische Medizin, 32. Band, 1883, S. 209—284, Tafel IV/V.

höhere Temperatur der siedenden Fette zerstört würde. Weiter hin ist bezweifelt worden, ob die von BOEHM und KÜLZ[1]) dar gestellte Helvellasäure und nicht vielmehr ein Nervengift die töd liche Wirkung ausübe. Vielleicht wird man die Erscheinungen der Hämolyse nicht zu hoch bewerten dürfen, wenn auch über diesen Punkt vor der Hand nichts Sicheres zu sagen ist; jedenfall kommen Hämolysine bei Pilzen in weiter Verbreitung vor.

Als allgemein aufgegeben muß zurzeit die Annahme einer besonderen, seltenen, allein giftigen *Helvella-* bzw. *Gyromitra*-Ar gelten, deren Unterschiede von der „eßbaren" *Gyr. esculenta,* wi schon oftmals dargelegt worden ist, recht unbestimmte gewesen wären, es sei denn, daß man die von WEBERBAUER[2]) abgebildeten übrigens denen von *Gyr. gigas* (Krombh.) in Form und Größe recht ähnelnden Sporen als ein wesentliches Merkmal dieser *Helvella suspecta* hätte ansehen wollen. Vielmehr sind die angeführten Untersuchungen mit den eigentlichen, im östlichen Deutschland ungemein verbreiteten Speisepilzen, die teils vom Markte, teils von Großhändlern bezogen waren, angestellt worden; es liegt also hier der merkwürdige Fall vor, daß ein von der medizinischen Wissenschaft für giftig erklärter Pilz gleichwohl in großen Mengen gehandelt wird. Die deutsche Bezeichnung dieses Marktpilzes weist nun einen bedauerlichen Zwiespalt auf, der auch in die Frage der Giftigkeit hineinspielt und daher hier erörtert werden muß. Der gifthaltige Marktpilz *Gyromitra esculenta* heißt nämlich überall in Schlesien und Posen, mindestens auch in Teilen der Nachbarprovinzen, M o r c h e l, in allen Büchern aber L o r c h e l.

Volksnamen für Pflanzen oder Tiere müssen so, wie sie das Volk nun einmal wirklich gebraucht, verwendet werden, auch wenn sie nicht „richtig" sind, da hier das Recht der lebenden Sprache entscheidet und nicht die Ansichten der Schreiber von Büchern. Der Name L o r c h e l ist, soweit dem Verf. seit zwei Jahrzehnten bekannt, nirgends bodenständig, und es wäre unmöglich, sich mit seiner Hilfe beim Sammeln zu verständigen; wenn man ihn dennoch einmal hört, kann man immer feststellen, das er aus einem Buche oder aus der Schule stammt und sich alsdann mit ihm meist keine Kenntnis des Pilzes selbst verbindet. Die Büchergelehrten möchten „Morchel" für *Morchella*-Arten vorbehalten wissen, die ihrerseits im Volke Spitzmorcheln, Türmchen oder ähnlich heißen. In Wahr-

1) Über den giftigen Bestandteil der eßbaren Morchel (*Helvella esculenta*). Archiv für exp. Path. u. Pharmak, 19. Band, 1885, S. 403—414.

2) Die Pilze Norddeutschlands mit besonderer Berücksichtigung Schlesiens. I. Heft, 1878, Tab. V.

heit ist umgekehrt *Morchella* die Uebersetzung des Wortes Morchel. Nun sind aber alle *Morchella*-Arten, also die Morcheln der Bücher, ungiftig und unverdächtig. Leider führen die sich hieraus ergebenden Widersprüche zu zahllosen Irrungen. Da wird beispielsweise gesagt: „Die Morchel kann wohl mit der Lorchel nicht so leicht verwechselt werden.“ Mediziner, die sich ja auch heut gelegentlich mit Pilzvergiftungen abgeben, schreiben über *Helvella esculenta*, daß sie als „falsche Morchel[1])“ . . . . sich leicht unvermerkt in ein Morchelgericht einschleichen kann, und halten es für möglich, daß „das Morchelgericht giftige, schwer erkennbare (!) Lorcheln enthält.“ Tatsächlich ist diese verdächtige Pilzart selbst der weitaus überwiegende, wenn nicht der alleinige Marktpilz; *Morchella*-Arten (*M. conica, esculenta, rimosipes, elatior*) sieht man auf den reichbeschickten Märkten des Ostens, auch in Berlin nach Mitteilungen von P. HENNINGS, nur recht selten. Im letzten Frühjahr, als Verf. Spitzmorcheln zur vergleichsweisen Fütterung beziehen wollte, lehnten die Breslauer Marktfrauen die Lieferung ab mit der Begründung, es seien so viele Fälle von Vergiftung durch Morcheln (*Gyromitra!*) vorgekommen, daß sie keine andere Sorte mehr zu verkaufen sich getrauten und Sammler, die Spitzmorcheln brächten, zurückwiesen. Es wird also der mehr oder minder bedenkliche Pilz verkauft und der harmlose abgelehnt! Auch viele Forstmänner sehen aus denselben irrigen Anschauungen heraus gerade die Spitzmorchel für verdächtig an. Daß auch die Nachrichtenstelle der Landwirtschaftskammer für die Provinz Brandenburg im Anschluß an die beunruhigenden Vorkommnisse des Frühjahrs 1916 Morcheln und Lorcheln als gleichmäßig giftig hinstellte, beweist nur den Umfang der Verwirrung, die hier besteht. Am besten dürfte diesem unklaren oder geradezu unheilvollen Zustand durch Ausschaltung des Namens Lorchel zu begegnen sein, da hiermit auch der Vorstellung, es handele sich um eine besondere Art von Giftpilz oder um die Möglichkeit einer Verwechselung mit einer ähnlichen Form, der Grund zum Teil entzogen würde. Demgemäß ist im folgenden, wie bereits in der Überschrift, der gifthaltige Marktpilz *Gyromitra esculenta* als Morchel bezeichnet. Will man diese Art durch einen Zusatz von den Angehörigen der Gattung *Morchella* unterscheiden, so mag man nach dem Vorbild der alten Namen Stockmauroche oder Stockamurache „Stockmorchel“ sagen. Ein noch heut im Volke ge-

1) UMBER, Vorsicht beim Morchelgenuß! Deutsche Med. Wochenschr., 42. Jahrg., 1916, S. 627.

bräuchliches Wort, das auf den dem Erdboden angedrückten Hut des Pilzes Bezug nimmt, wäre „Kauermorchel."

Den Todesfällen nach Morchelgenuß, die PONFICK, BOSTROEM und KOPPEL[1]) zusammengestellt haben, sind einige im letzten Jahre vorgekommene Vergiftungen anzureihen, die sich aus den bereits bekannten Tatsachen erklären lassen.

Am Karfreitag 1916 aßen in Bromberg sieben Personen der Familien SZYBOWICZ und PUTZ, Viktoriastraße 11, mittags und abends insgesamt vier Pfund Morcheln, die aus den Wäldern bei Hopfengarten stammten und teils vom Bromberger Wochenmarkt bezogen, teils dem gemeinsam betriebenen Vorkostladen entnommen waren. Die Pilze hatten vor der Zubereitung ein vollkommen frisches Aussehen; sie wurden fünfmal mit kaltem Leitungswasser zum Zweck der Reinigung gespült, darauf 6 bis 7 Minuten gekocht und etwa ebensolange in Butter gebraten. Die Brühe wurde mit Eiern, Mehl und Butter als Suppe zubereitet und schmeckte besonders gut. Zwei Knaben im Alter von 15 und 9 Jahren blieben gesund; vier Personen erkrankten in der folgenden Nacht, ein zwölfjähriges Mädchen erbrach jedoch die Pilze und fühlte sich bald wieder wohl. Zuletzt (am Ostersonntag) und am schwersten zeigten sich Erbrechen und Leibschmerzen bei der 67 Jahre alten Frau VERONIKA PUTZ. Alle wiesen im Gesicht, insbesondere in den Augen, und am ganzen Körper auffällige Gelbfärbung auf, wurden aber durch ärztliche Hilfe ziemlich rasch wieder hergestellt. In früheren Jahren hatten sie die gleiche Pilzart unbehelligt gegessen, allerdings ohne die Brühe.

Gleichfalls in Bromberg, am Elisabethmarkt, waren am Vormittag des 10. April Morcheln von gutem Aussehen gekauft und am folgenden Mittag von Frau Professor HE. (56 Jahre), Frau Zeughauptmann HI. (35 Jahre) und deren Sohn HEINZ HI. (6 Jahre) verspeist worden. Sie wurden, wie auch sonst, ungebrüht verwendet und mit selbstbereiteten Nudeln gekocht. Frau HI. empfand plötzlich einen Widerwillen vor dem Gericht, während es die anderen mit Appetit aßen. Bei ihr stellten sich gegen 6 Uhr Gähnkrampf und Uebelkeit ein, der Knabe aß dagegen noch zu Abend, erbrach aber um 10 Uhr; bei Frau HE. begannen die Beschwerden erst in der Nacht. Nachdem alle wiederholt erbrochen und auch Tee nicht hatten bei sich behalten können, verfielen sie am folgenden Tage in einen betäubungsartigen Schlaf, der sie über

1) Literarische Zusammenstellung der von 1880—1890 in der Weltliteratur beschriebenen Fälle von Vergiftungen von Menschen durch Blutgifte. Dissert. Dorpat 1891.

ihren Zustand keine Klarheit gewinnen ließ und sie auch an der Hinzuziehung eines Arztes hinderte. Abends wurde schließlich aus einer Apotheke Pepsinwein beschafft. Am nächsten Tage fühlten sich alle wohler, sahen aber ganz gelb aus. Schmerzen waren nicht vorhanden, nur der Knabe schrie einige Male auf, sagte aber, es fehle ihm weiter nichts. Mittags erschien der Arzt, der den Morcheln die Schuld zuschrieb und Abführmittel, Klistiere, Milch, starken Kaffee und Tee verordnete. Bei HEINZ blieben die Abführmittel ohne Erfolg; er erhielt später zweistündlich Kampferspritzen. Am 14. April morgens $^1/_2$6 Uhr starb er, nachdem er seit etwa 3 Uhr nachmittags ohne Besinnung gewesen war und abends Krämpfe und starkes Röcheln sich eingestellt hatten; die gelbe Farbe war geblieben, die Lippen färbten sich vor dem Tode blau. Die beiden Damen erholten sich schnell.

Die Familie K. in Gl. in Schlesien aß ein Gericht Morcheln, die im WECKschen Apparat eingekocht waren, ohne daß nachteilige Folgen eintraten. Am anderen Tage wurde das Pilzwasser, in dem die Morcheln gekocht waren, bei der Bereitung des Gemüses verwendet. Darauf erkrankte die gesamte Familie schwer, und der 5 Jahre 10 Monate alte Sohn starb. — In Raake (Kr. Oels) stellten sich gleichfalls im Frühjahr 1916 bei drei Kindern des herrschaftlichen Kutschers KELLER, nachdem sie mittags an einem Morchelessen teilgenommen hatten, am Abend des folgenden Tages vergiftungsähnliche Erscheinungen ein; ein Sohn starb später unter auffälliger Pupillenerweiterung während der letzten Stunden. Wenn eine Darstellung von anderer Seite, wonach die Kinder am zweiten Mittag das Morchelbrühwasser als Suppe genossen hätten, zutrifft, würde sich dieser Fall dem vorhergehenden anschließen. — R. KOLKWITZ erwähnte brieflich, daß im April des gleichen Jahres eine Frau nach dem Genuß von *Gyromitra esculenta* starb. — Nach einer Zeitungsnachricht vom 6. Mai 1916 erkrankten in Fürstenwalde-West und Hangelsberg unter den nämlichen Umständen etwa 30 Personen ernstlich. Es soll sich dabei zum Teil um Familien gehandelt haben, die seit 10 Jahren an den gleichen Stellen die Morcheln gesammelt und auch diesmal alle Vorsichtsmaßregeln, wie tüchtiges Abkochen in Salzwasser, beobachtet hätten.

Bringen die hier geschilderten Fälle auch keine wesentlich neuen Züge in das bereits bekannte Bild der Morchelvergiftung, ebensowenig wie übrigens die von UMBER und HENIUS[1]) mitge-

1) Ein weiterer Fall von Morchelvergiftung. D. med. Wochenschr., 42. Jahrg., 1916, S. 701.

teilten günstig verlaufenen Erkrankungen des letzten Jahres, so bleiben immerhin noch viele Fragen ungeklärt, insbesondere die verhältnismäßige Seltenheit von Gesundheitsschädigung durch einen so verbreiteten Marktpilz; denn einfach auf verdorbenen Zustand der genossenen Morcheln alle nachteiligen Wirkungen zurückführen zu wollen, geht, wie an anderer Stelle[1]) auseinandergesetzt, nicht an. Auch die fast ausnahmslose Verwendung von Hunden bei den Fütterungsversuchen führt zu Bedenken gegen die Allgemeingültigkeit der Ergebnisse. Gewiß ist der Einwand eines bekannten volkstümlichen Pilzbuches, Hunde bekämen auch nach Sauerkraut Erbrechen und Abweichen, sodaß man darnach dieses ebenfalls als *giftig bezeichnen müßte, wenig stichhaltig; fraßen doch* dieselben Hunde die ausgekochten Morcheln ohne nachteilige Wirkungen und handelte es sich doch um einen Komplex bestimmter Vergiftungserscheinungen nach dem Genuß der Brühe. In jedem Falle blieb aber das Verhalten pflanzenfressender Tiere (Hühnervögel oder Nager) genauer zu untersuchen. Ich habe nun in den Frühjahrsmonaten *1914* und *1916* insbesondere Meerschweinchen Morcheln eingefüttert und will das Ergebnis dieser Versuche vorwegnehmen: Durch eine einmalige noch so große Gabe frischer Morcheln oder ihrer Abkochung werden Meerschweinchen nicht dauernd geschädigt, dagegen werden sie durch zweimalige Verabfolgung kleinerer Mengen unter ähnlichen Erscheinungen wie Hunde oder Menschen getötet. Zwei Versuche dieser Art mögen genauer beschrieben werden.

Ein Weibchen, das sich besonders geduldig füttern ließ, wog nach fünfstündiger Nahrungsentziehung bei Beginn des Versuches 297 g. Es wurde am 27. April 1914 von 2 Uhr ab während 50 Minuten mit besonders frisch aussehender Marktware gefüttert und nahm davon, wie die Schlußwägung unter Berücksichtigung viermaliger Harnentleerung in dieser Zeit ergab, reichlich 25 g, also etwa 8,5 v. H. seines Körpergewichtes, auf. Das anscheinend immer noch hungrige Tier fraß sofort begierig Weizenkleie und Blumenkohlblätter und verhielt sich überhaupt bis zum späten Abend ganz normal. Am folgenden Morgen um 8 Uhr wog es indessen nur noch 287 g und saß gleichgültig neben dem reichlich

---

1) Diese Berichte, Jahrgang 1916, Band XXXIV., S. 720. — Daß in einer Zeitungsnotiz die Forderung aufgestellt wird, Morcheln müßten innerhalb von 24 Stunden verzehrt werden, mag als offensichtlich undurchführbar erwähnt sein; auf der anderen Seite schreibt Kobert gerade dem mehrtägigen Lagern eine Verminderung des Giftgehaltes zu.

gebotenen Futter; Atmung 66, zeitweiliges Zittern. Auch am Nachmittag unternahm es nur einige Male einen sofort wieder aufgegebenen Freßversuch; 6 Uhr: Gelbbrauner Harn, Atmung 80, sehr geringe Kotabscheidung, Gewicht 277 g, nach nunmehrigem zweistündigem Aufenthalt im gemeinsamen Stall 278 g; 9 Uhr: Atmung 92; das Tier sitzt weiter teilnahmslos da. Gewicht am 29. April früh 8 Uhr: 271 g, nachmittags 3 Uhr, trotz Verbleibens im Stall während der ganzen Zwischenzeit, nur 266 g. Von Wasser und besonders von Milch trank es reichlich und wog abends 8 Uhr 273 g; auch fraß es jetzt reichlicher Möhre und anderes Lieblingsfutter und zeigte nach einer Stunde 277 g. Es blieb meist mit schräger Kopfhaltung sitzen und war nur wenig in Bewegung zu bringen; Atmung 77. Während der folgenden Nacht hatte es gut gefressen, auch Kotballen von fast gewöhnlicher Größe abgesetzt, wog aber am Morgen nur 261 g, 24 Stunden später 266 g, am Mittag dieses Tages (1. Mai) 267 g, hat also von seinem an sich niedrigen Anfangsgewicht noch 30 g abgenommen, augenscheinlich infolge einer Störung der Magentätigkeit. An den drei folgenden Tagen wog es 285 g, 294 g und (unter denselben Bedingungen wie bei Versuchsbeginn) 276 g. Nachdem es am 6. Mai infolge reichlicher Grünfütterung vorübergehend auf 321 g gekommen war, blieb es am Abend des 7. Mai nach fünfstündiger Nahrungsentziehung auf 309 g und entwickelte sich nunmehr der Wiederherstellung entsprechend weiter.

Ein Männchen, das fastend 378 g wog, erhielt am 27. April 1914 in der Zeit von $^1/_2$5 bis 5 Uhr nachmittags 20 g von schönen, offensichtlich frischen Morcheln, d. i. 5,3 v. H. seines Gewichtes, und von $^1/_2$7 bis 7 Uhr nochmals die gleiche Menge. In der Zwischenzeit und auch nach einer weiteren halben Stunde fraß es befriedigend von seinem Futter, ebenso in der Nacht, so daß es am folgenden Morgen 395 g verzeichnete. In der 11. Vormittagsstunde treten Krämpfe mit Hochwerfen des Körpers ein. Beim Laufen auf dem Fußboden fällt es zur Seite und bleibt in eingebogener Haltung, die Beine bewegend, liegen; wieder hingesetzt, wirft es sich von neuem um. Kotballen etwas verkleinert, späterhin Augen stark tränend, Bindehaut an einer Stelle gelb. 2 Uhr: Harn rotbraun, Atmung zeitweilig sehr beschleunigt. $3^1/_2$ Uhr: Atmung 48, ungleichmäßig. 4 Uhr: Alle $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Minuten wird das Maul weit aufgesperrt. Zwischen $^1/_2$5 und 6 Uhr Tod nach Entleerung einer geringen Harnmenge; Gewicht 383 g. Die Sektion ergab nichts Auffälliges; ein zweites, infolge weiter auseinanderliegender Fütterungen erst nach etwas längerer Zeit eingegangenes

Tier zeigte gelbe Färbung des Dünndarms und einzelner Stellen der Bauchdecken.

Zu der ansehnlichen Menge der dem ersten Meerschweinchen auf einmal beigebrachten Morcheln ist zu bemerken, daß die Tiere von ihrem gewohnten Futter, wie voraufgegangene Versuche ergeben hatten, nach zeitweiliger Nahrungsentziehung etwa 7 v. H. ihres Eigengewichtes während einer Stunde aufnahmen; die obigen 8,5 Prozent könnten daher vielleicht schon eine Magenüberfüllung und die starke Gewichtsabnahme deren Folgezustand darstellen. Indessen zeigten sich ähnliche Störungen, auch in der Eßlust und Munterkeit, bereits nach 4 v. H. Morcheln in Substanz oder Dekokt; bei einem etwas kleineren Tier trat dadurch beispielsweise ein allerdings schon nach 48 Stunden überwundener Gewichtsverlust von 15 v. H. ein. Mit ausgekochten Morcheln lassen sich auf das Volumen bezügliche Vergleichsversuche nicht einwandfrei anstellen, da sie nach darauffolgendem Abtrocknen bis zu einem dem frischen Zustand wieder ungefähr entsprechenden Feuchtigkeitsgehalt nur noch etwa 27 v. H. des Ausgangsgewichtes besaßen und andererseits bei ihrer gummiartig-zähen Beschaffenheit jetzt nur schwierig von den Tieren gekaut werden konnten. Im Gewicht der frischen Pilze ausgedrückt, schadeten 8,5 v. H. Morcheln, zerschnitten nnd eine halbe Stunde ausgekocht, einem größeren Tiere anscheinend bis zum folgenden Abend garnichts; die nunmehr eingefütterte ungeheuere Menge von 17 v. H. gekochter Morcheln brachte freilich einen Gewichtsrückgang um 7 Prozent hervor, der nach fünf Tagen wieder ausgeglichen war. Mit großen Gaben anderer Speisepilze angestellte Versuche verliefen nicht eindeutig. Von den derben, nicht wachsartig zerbrechlichen Maipilzen (*Tricholoma gambosum*) ließen sich überhaupt nur 6,7 v. H. innerhalb 3 Stunden beibringen; nach 24 Stunden betrug das Gewicht des Tieres statt 562 g nur 532 g, 24 Stunden später wieder 563 g. Dagegen beeinflußte eine Fütterung mit 7,5 v. H. Zuchtchampignons weder Gewicht noch sonstiges Verhalten des Versuchstieres. Über Fütterungen mit *Gyromitra gigas*, die in Breslan nnd Oppeln als Grasemorchel, meist der *esculenta* beigemischt, aber auch in Berlin verkauft wird, sei bemerkt, daß die Tiere sich ihr gegenüber im ganzen ebenso zu verhalten scheinen, wie es von der verwandten Art geschildert wurde.

Da nach den älteren Versuchen und Angaben mit einem stärkeren Giftgehalt der frisch gepflückten Exemplare zu rechnen war, wurden auch selbstgesammelte Morcheln verwendet. Am 19. April 1914 wurden aus der Festenberger Gegend einige Stücke

geholt, etwa drei Stunden später in kleingeschnittenem Zustande mit der eineinhalbfachen Menge Wassers 30 Minuten lang kochend erhalten und am gleichen Abend einem Männchen von 267 g etwa 3 v. H., 17 Stunden später nochmals 2,5 v. H. seines Körpergewichtes eingeflößt. Am 1. April 1916 wurden einem Männchen von 216 g drei aus den Wäldern bei Bohrau (Kr. Oels) entnommene Morcheln im Gesamtgewicht von 17,5 g 5 Stunden nachher eingefüttert. Beide Male zeigten sich keine anderen Wirkungen als von den vom Markt beschafften Pilzen. Ein Huhn und zwei weiße Ratten fraßen geringere Mengen solcher frischer Morcheln, die zu Kartoffelbrei gemengt waren, ohne Anzeichen einer Störung.

Wenngleich nach alledem Meerschweinchen nicht als geeignete Versuchstiere für den vorliegenden Zweck — wie wohl überhaupt nicht für die Einverleibung von Pilzen per os — anzusehen sind, wurde doch noch ein Versuch mit geschmorten Morcheln an einem für den Giftstoff anscheinend einigermaßen empfänglichen Weibchen von 530 g angestellt. Es erhielt am 14. April 1916 von 2—3 Uhr 45 g frisch gewogene Fruchtkörper, also 8,5 v. H., die eine Stunde lang mit einer den Zeitverhältnissen entsprechenden Buttermenge unter Salzzusatz ohne vorheriges Abbrühen gedämpft worden waren; die Tunke wurde mit Kleie und zerriebenem Zwieback aufgenommen. Auch in diesem Falle bereitete das Kauen dem Tiere Schwierigkeiten. Nach 24 Stunden wog es 506 g, zeigte sich gegen Futter ziemlich abgeneigt, saß meist zusammengekauert da und wog am 16. April zu gleicher Tageszeit 482 g, am 17. April 476 g, am 18. April 487 g, am 19. April 528 g. — Eine zweimalige Fütterung mit den geschmorten Pilzen, die beweisender hätte ausfallen können, kam infolge des frühzeitigen Endes des Morchelwachstums nicht zur Ausführung.

BOEHM und KÜLZ flößten zwei Kaninchen von 1270 und 1200 g das Dekokt von je 100 g Morcheln in vier Portionen im Laufe von vier Stunden mit tödlichem Erfolge ein. Auch hier handelte es sich also um eine wiederholte Verabreichung; die Menge betrug um 8 v. H. des Gewichtes der Versuchstiere.

Das Verhalten von Meerschweinchen gegenüber einverleibten Morcheln kann man wohl als Überempfindlichkeit auffassen. Immerhin erinnern die Ergebnisse dieser Versuche an die merkwürdige, von MAURER und BOSTROEM[1]) mitgeteilte Beobachtung, daß eine Morchelmahlzeit bei den Mitgliedern einer Familie keinerlei Beschwerden hinterließ, das zweite, von den

1) S. 80 des Sonderdruckes.

nämlichen frischen Pilzen am folgenden Tage bereitete Gericht aber tödliche Wirkungen hatte, ferner an den ersten Bromberger, den Gl . . . er und an zwei von UMBERs Fällen. Die sonderbarste Tatsache bleibt freilich, daß häufig von den Teilnehmern einer Mahlzeit nur ein einzelner erkrankt. So bekam in der Familie des Försters WARNAT in Patschkey bei Bernstadt (Schles.) die alte Mutter nach einigen Eßlöffeln eines (nicht abgebrühten) Morchelmittagessens in der folgenden Nacht choleraartige Durchfälle und Krämpfe in den Beinen, während W. selbst und seine Frau, wie stets, völlig gesund blieben; dieselbe Patientin hatte schon in einem früheren Jahre aus dem gleichen Anlaß einen ähnlichen Zufall erlitten. Der Forstaushelfer HOFFMANN in Raake (Kr. Oels) aß mit seiner Frau gemeinsam Morcheln; während sich bei ihm keine Folgen zeigten, erkrankte seine Frau ernstlich. Hiernach könnte es sich bei den Erkrankungen von Menschen vielleicht um eine weitverbreitete und unter Umständen bis zu gefährlichen Folgeerscheinungen gesteigerte Idiosynkrasie handeln. Durch eine vorübergehende Schwächung der Widerstandsfähigkeit wären dann die Angaben eines Berichtes zu erklären, dessen Verfasser seit vielen Jahren die Morcheln ohne Vorbehandlung mit heißem Wasser schätzte, in einem Frühling aber, während der Genesung von einem Unfall, an einer in gewohnter Weise zubereiteten Mahlzeit, wiederum als einziger der Teilnehmer, schwer erkrankte.

Da der im Kochwasser gelöste Giftstoff leichter als der in den Pilzzellen eingeschlossene vom Körper aufgenommen werden kann, muß vor jeglicher Verwendung gerade dieses Morchelwassers unbedingt gewarnt werden; ganz besonders aber soll man es vermeiden, nach einer kürzeren Zwischenzeit, etwa am folgenden Tage, nochmals Morcheln in irgendeiner Form zu sich zu nehmen. Wollte man indessen allgemein ein längeres Auskochen der Morcheln für erforderlich erklären, so würde der Zweifel berechtigt sein, ob ihr Genuß alsdann noch zu empfehlen wäre.

Schon BOSTROEM hat darauf hingewiesen, daß gewisse Jahrgänge reich an Nachrichten über Morchelvergiftungen sind. In die Reihe dieser Jahre gehört auch 1916.

Breslau, den 12. Januar 1917.

4. Wilh. Lang: Eine neue Pilzkrankheit an Ulmus montana.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 19. Januar 1917.)

Mehrere Jahre hintereinander habe ich Gelegenheit gehabt, an einer mehr als hundertjährigen Bergulme eine alljährlich wiederkehrende eigenartige Erkrankung der einjährigen Triebe zu beobachten. Der Baum steht nach allen Seiten frei im sogen. exotischen Garten und ist vollständig gesund. Im Hochsommer, in den Monaten Juli und August, kommt es durchaus nicht selten vor, daß einzelne kräftige Triebe fast plötzlich welken. Die Erscheinung war in dem nassen Sommer 1913 so häufig, daß der Gärtner eine Erkrankung des ganzen Baumes und sein baldiges Eingehen befürchtete. In den Jahren 1914 und 1915 mit geringen Niederschlägen im Sommer konnte ich nur vereinzelte abgestorbene Zweige hoch oben in der Baumkrone entdecken; im vergangenen Jahr dagegen begünstigte die Witterung wiederum das Auftreten der Krankheit.

Die zahlreichen Adventivsprosse am Grunde des Stammes ermöglichten nicht nur die Beobachtung des Verlaufs der Krankheit unter natürlichen Bedingungen, sie eigneten sich auch sehr gut zu Ansteckungsversuchen. Sorgfältige Beobachtung hat ergeben, daß die Erkrankung eines Zweiges ihren Anfang an einem beliebigen Blatt nimmt. In der Mehrzahl der Fälle folgt der Krankheitserreger einem Seitennerven im Blatt, bis er den Hauptnerv erreicht. Dann dringt er in diesem nach unten vor und tritt schließlich durch den Blattstiel in das Gewebe des Zweiges über. So weit läßt sich seine Bahn äußerlich an der Bräunung des angrenzenden Blattgewebes gut verfolgen. Nach einiger Zeit färbt sich die Rinde rings um den Blattstielgrund ebenfalls dunkel und beginnt einzusinken. Gleichzeitig wird die Trennungsschicht angelegt, so daß schon ein mäßiger Wind das Blatt zum Abfallen bringen kann. Hat dann die Bräunung der Rinde am Blattgrunde den Zweig in seinem ganzen Umfang ergriffen, so welken alle folgenden Blätter bis zur Spitze und vertrocknen innerhalb eines Tages. Die so plötzlich verdorrten Blätter können sich aber nicht vom Zweige loslösen, da das Aufhören der Wasserzufuhr so

unvermittelt eingetreten ist, daß die Trennungsschicht nicht vorbereitet werden konnte. Sie bleiben daher bis zum Herbst an den Zweigen hängen und nehmen nach mehrmaliger Beregnung rasch eine braunschwarze Färbung an, dadurch fällt die Krankheitserscheinung schon von weitem auf. Der Erreger der Krankheit breitet sich unterdessen in Rinde und Holz des befallenen Zweiges weiter aus, in den meisten Fällen von der Ansteckungsstelle bis zur Spitze, seltener auch nach rückwärts. Schon wenige Tage nach dem Vertrocknen der Blätter werden in der nächsten Umgebung der Narbe des abgefallenen Blattes die ersten Pykniden des Pilzes sichtbar. Bis zur Reifung der Sporen vergeht natürlich noch längere Zeit; im Herbst ist der ganze abgestorbene Teil des Zweiges mit Pykniden dicht besetzt. Ebenso kann man an den Blättern, durch die die Ansteckung erfolgt ist und die vorzeitig abgefallen sind, aus der Verteilung der Pykniden ersehen, daß der Pilz sich nachträglich in dem Gewebe des ganzen toten Blattes ausgebreitet hat.

Die genaue Untersuchung des Verlaufs der Ansteckung — es handelt sich um einen ausgesprochenen Wundparasiten — sowie die Beschreibung der Versuche, auf denen sich der Nachweis aufbaut, daß der in den Pykniden erscheinende Pilz der Erreger der Krankheit ist, mag der demnächst zu veröffentlichenden ausführlichen Abhandlung vorbehalten bleiben. Im folgenden soll nur die Zugehörigkeit des Pilzes erörtert werden. Die Pykniden werden einzeln in der Rinde gebildet und sitzen einem spärlichen, dunkelgefärbten Mycelgeflecht auf, ein Stroma ist also nicht vorhanden. Das Fruchtgehäuse hat annähernd kugelige Gestalt und einen Durchmesser von $^1/_3$ mm. Es ist ganz kahl mit mäßig dicker, kohliger Wandung. Die kurze und stumpfe Mündungspapille durchbricht sehr früh die Epidermis. Die Sporen werden auf kurzen Stielchen gebildet, sind anfangs hyalin, erscheinen aber später im durchfallenden Licht hellbraun. Der Farbstoff wird ausschließlich in der dicken Außenhaut gespeichert. Sie sind einzellig und dicht mit grobkörnigem Inhalt gefüllt und haben stumpf elliptische, seltener eiförmige Gestalt. Die Längenmaße zeigen etwas größere Schwankungen als die Breitenmaße; Länge 23 bis 27 μ, Breite 17 bis 18 μ. Paraphysen sind nicht vorhanden, die Sporen treten nicht in Schleimranken aus. — Eine zu den Pykniden gehörende Hauptfruchtform ist bis jetzt nicht gefunden worden.

Nach der Beschreibung gehört der Pilz zur Gattung *Sphaeropsis*. SACCARDO führt verschiedene Arten an, die mit unserer

eine gewisse Ähnlichkeit haben. Daß diese immer nur auf abgestorbenen Ästen vorkommen, wäre noch kein Grund zur Trennung; es ist ja sehr wohl möglich, daß den früheren Beobachtern die Art der Ansteckung entgangen oder unbekannt geblieben ist. Zunächst wäre eine *Sphaeropsis Ulmi* Sacc. et Roum. anzuführen Ihre Sporen sind aber länglich spindelförmig und reichlich noch einmal so lang wie unsere. Sie soll die Pyknidenform von *Massaria Ulmi* Fuckel darstellen. Auch eine *Macrophoma Ulmi* Fautr. wird als zu dieser Verwandtschaft gehörig auf der Rinde von *Ulmus campestris* angegeben. Die Sporen treten in weißlichen Ranken aus und sind 30 μ lang und 10 μ dick. Da die Sporen unseres Pilzes anfänglich hyalin sind, wäre es denkbar, daß er zu *Macrophoma* gestellt worden ist, aber es stimmen weder die Maße noch habe ich das Austreten in Schleimranken beobachten können. Ebensowenig Übereinstimmung ist mit *Macrophoma ulmicola* vorbanden, die in Nordamerika auf toten Ästen gefunden worden ist. Die Sporen werden als kugelig bis kurz elliptisch angegeben, die Maße mit 15 bis 20 μ. Am meisten Ähnlichkeit hat unser Pilz mit einem ebenfalls in Nordamerika auf *Ulmus fulva* gefundenen. Die Artmerkmale stimmen fast vollständig: „Pycnidiis singulis v. confertis, numerosis, tenuibus, globosis, erumpentibus, nigris; sporulis late ellipsoideis v. obovatis, primum hyalinis dein maturis luce transmissa obscure brunneis, 24 — 32 × 16 — 20 μ." Aber die Pykniden sind hier auf einem Stroma gehäuft, deshalb ist der Pilz der Gattung *Haplosporella* zugeteilt, *H. commixta* Peck.

Wir haben also eine noch nicht näher beschriebene Art aus der Gattung *Sphaeropsis* vor uns. Nach der Art der Ansteckung dürfte sie mit dem Beiwort „nervfolgend" = nervisequa treffend charakterisiert sein. Die Diagnose wird lauten:

Sphaeropsis nervisequa Lang nov. spec.

Pykniden unter der Oberhaut hervorbrechend, bald in Herden beisammenstehend, bald mehr zerstreut, fast kugelig, ungefähr 1/3 mm im Durchmesser, kohlig, mit kurzer, abgestumpfter Mündungspapille; Sporen stumpf elliptisch, seltener eiförmig, einzellig, dicht mit grobkörnigem Inhalt angefüllt, mit starker Wandung, anfangs hyalin, später im durchfallenden Licht hellbraun, 23 bis 27 μ lang, 17 bis 18 μ breit; Sporenträger hyalin, kurz, Paraphysen sind nicht vorhanden.

An einjährigen Zweigen und seltener auf Blättern von *Ulmus montana*.

Hohenheim, Botanische Anstalt, im Januar 1917.

5. Wilh. Lang: Zur Biologie von Corynespora Melonis (Cooke) Lindau.

(Vorläufige Mitteilung).

(Eingegangen am 19. Januar 1917.)

Die *Corynespora Melonis* gehört zu einer Gruppe von Pilzen, die man nicht mehr zu den Parasiten im eigentlichen Sinne rechnet. Sie vermögen in der Regel nur dann auf der Wirtpflanze zu größerer Ausbreitung zu gelangen, wenn die äußeren Umstände nicht bloß ihr Wachstum begünstigen, sondern zugleich auch die Lebenstätigkeit der Pflanzen in irgend einer Weise nachteilig beeinflußen. So richtet *Corynespora Melonis* nur an den unter Glas gezogenen Gurken größere Verheerungen an, während die Freilandkulturen vollständig verschont bleiben. Sie ist schon Ende des vorigen Jahrhunderts stark schädigend in England aufgetreten und vor etwa 8 Jahren ist zum ersten Mal ihre Verschleppung nach Deutschland gemeldet worden. Sie hat dann rasch in allen Teilen des Reiches in die Gurkentreibereien Eingang gefunden und i. J. 1913 sind uns die ersten Berichte über schwere Schädigungen aus Württemberg zugegangen. Sie befällt in der Hauptsache die Blätter, auf denen sie kleine, rasch vertrocknende Flecke erzeugt; unter günstigen Bedingungen vermag sie sehr rasch sich auszubreiten und innerhalb ganz kurzer Zeit die Kulturen zu vernichten. Die üblichen Vorbeugungsmittel gegen Pilzkrankheiten. Kupfersulfat und Schwefel, haben vollständig versagt; noch in neuerer Zeit werden die Züchter in der Hauptsache auf gründliche Desinfektion ihrer Gurkenhäuser und das Beizen der Samen verwiesen [1]).

Da der Pilz augenscheinlich an die besonderen Verhältnisse in den Warmhäusern angepaßt ist, habe ich ihn in den Jahren 1913 und 1914 rein gezüchtet, um seine biologischen Verhältnisse näher kennen zu lernen. Er läßt sich auf künstlichen Nährböden, sowohl auf neutralem Agar als auf schwach angesäuerter Gelatine, leicht züchten. Die keulenförmigen Sporen, die eine wechselnde Zahl von Querwänden besitzen, keimen gern und rasch und zwar in der Regel an den beiden Enden, seltener treten die Keimschläuche

1) APPEL, O., Blattbrand, Krätze und Grauschimmel der Gurken. Deutsche landw. Presse 1915, S. 728 f. mit 1 farb. Tafel.

seitlich hervor. Das vegetative Wachstum zeigt keine Besonderheiten, die Hyphen sind anfangs hyalin, färben sich aber sehr rasch dunkel. Die Sporen werden auf Trägern gebildet, die erheblich über die Unterlage herausragen. An jedem Träger entsteht eine mehr oder weniger lange Kette von Sporen. — Um den Einfluß der Temperatur auf die Keimung der Sporen, die vegetative Entwickelung und die Sporenbildung zn studieren, sind mehrere Versuchsreihen mit stufenweiser Steigerung der Temperatur durchgeführt worden. Aus den Ergebnissen sei im folgenden das Wesentliche angeführt. Als Nährboden wurde entweder neutraler Kartoffelagar mit 2 pCt. Traubenzucker oder Kartoffelgelatine mit 2 pCt. Traubenzucker und 0,5 pCt. Citronensäure verwendet, ohne daß zwischen den Kulturen auf den beiden Nährböden ein merklicher Unterschied sich gezeigt hätte.

Bei gleichmäßiger Temperatur von 6° C. kann man nach 8 Stunden bei einem kleineren Teil der ausgesäten Sporen den Beginn der Keimung feststellen. Nach 22 Stunden zeigt die Mehrzahl der Sporen winzige Spitzen an den beiden Enden, die Keimschläuche sind also knapp aus der Sporenwand herausgetreten; die zuerst gekeimten zeigen noch keinen weiteren Fortschritt. Zwei Tage nach der Aussaat haben die Keimschläuche eine Länge von 10 bis 20 μ erreicht, Abzweigungen werden nicht gebildet. Nach 4 Tagen und 9 Tagen sind die Hyphen nur wenig weiter gewachsen und hyalin geblieben.

Bei 12 bis 13° C. keimen die ersten Sporen nach 7 Stunden; nach 22 Stunden ist die Keimung allgemein, aber nur an den Sporenenden, die längsten Keimschläuche erreichen die Größe einer mittleren Spore, Verzweigungen sind noch selten. Nach 2 Tagen haben die Hyphen höchstens die doppelte Länge der Sporen erreicht, Verzweigung ist spärlich. Weiterhin entwickelt sich ein mäßig verzweigtes Mycel, das noch nach 9 Tagen hyalin bleibt. Um diese Zeit wird auch wenig hellgefärbtes Luftmycel beobachtet; Sporenbildung ist nicht eingetreten.

Bei Zimmertemperatur, 19 bis 20° C., hat die Mehrzahl der Sporen schon nach 3 Stunden gekeimt, die größte Länge des Keimschlauches beträgt 6 μ · 2 Stunden später besitzen die Keimschläuche eine durchschnittliche Länge von 12 μ; 7 Stunden nach der Aussaat kann man bereits zahlreiche kurze Seitentriebe beobachten, der Leitzweig hat eine Länge von 33 μ erreicht. Nach 22 Stunden reichliche Verzweigung und kräftiges Wachstum. Nach 2 Tagen sind die aus den einzelnen Sporen hervorgegangenen Mycelien in der Mitte bereits stark verfilzt, am Rande findet man

viele kräftige und strahlig verlaufende Hyphen. Nach 3 Tagen besitzen die Kulturen zum Teil einen gebräunten Kern. Zahlreiche Sporenträger mit je einer keuligen Spore; daran kann man 3 Querwände unterscheiden. Nach 4 Tagen an einzelnen Trägern 2 Sporen, nach 9 Tagen Ketten von 2 bis 3 Sporen, die einzelnen Sporen groß und gleichmäßig entwickelt.

Bei einer Temperatur von 24 bis 25° C. kann man häufig schon nach 2 Stunden gekeimte Sporen beobachten; nach 3 Stunden ist die Keimung allgemein an beiden Enden, die Keimschläuche durchschnittlich 18 μ lang. Nach 5 Stunden sind schon Seitentriebe vorhanden und der Haupttrieb hat eine Länge von 34 μ erreicht. Weiter verläuft die vegetative Entwickelung sehr rasch, nach 22 Stunden ist sie wesentlich üppiger als zur gleichen Zeit bei 20°. Nach 2 Tagen ist die Mitte der Kulturen stark gebräunt, die zahlreich vorhandenen Sporenträger haben bereits die ersten rauchgrauen, schön keulig geformten Sporen abgeschnürt; Querwände sind zu erkennen. Nach 3 Tagen Ketten mit je 2 Sporen, die äußere mit einer größeren Anzahl von Querwänden, die innere mit 1 bis 2 Querwänden. Nach 4 Tagen haben die Kulturen wohl an Umfang zugenommen, die Ketten bestehen aber meist noch aus 2, seltener 3 Sporen. Nach 9 Tagen kann kein wesentlicher Fortschritt mehr festgestellt werden; die Sporen sind sehr groß und besitzen bis zu 14 Querwände.

Bei 30° erfolgt die Keimung ebenso rasch; nach 18 Stunden ist die Entwickelung bereits außerordentlich üppig und nach 44 Stunden sind die Sporenketten sehr zahlreich, die einzelnen Ketten besitzen schon 4—6 Sporen. Nach 3 Tagen habe ich mehrfach verzweigte Sporenträger beobachtet, so daß 5 bis 6 Ketten von einem einzigen Träger ausgehen. Die einzelnen Ketten bestehen in der Regel aus 8 Sporen. Nach 9 Tagen häufig Ketten mit 14 bis 16 Sporen. Weder abgefallene noch gekeimte Sporen vorhanden.

Auch bei 36° keimen die Sporen nach 2 Stunden, aber während man bei 20° bis 30° nur selten einen seitlichen Keimschlauch beobachten kann, treten sie jetzt häufig auf, so daß man außer an den beiden Enden, wo sie zuerst erscheinen, noch leicht bis 4 seitliche Keimschläuche feststellen kann. Das Wachstum ist nach einem Tag üppig und die Verzweigung reichlich, doch bleiben die Kolonien etwas hinter denen bei 30° zurück. Nach 2 Tagen erreichen sie noch nicht die Hälfte des Durchmessers der bei 30° wachsenden Kolonien. Das Mycel zeigt die Anzeichen des Zerfalls. Nach 5 Tagen erholen sich die Kulturen wieder und lassen nun

auch den Beginn der Sporenbildung erkennen. Weiterhin werden sie durch die beginnende Vertrocknung stark beeinträchtigt.

Vergleicht man die Entwickelung des Pilzes bei verschiedenen Temperaturen, so ergibt sich ganz unzweideutig seine Anpassung an hohe Temperaturen. Wohl erfolgt bei den niedern Temperaturen von 6° und 12° die Keimung ebenfalls noch nach verhältnismäßig kurzer Zeit, aber es kommt weiterhin nur zu einem mäßigen vegetativen Wachstum ohne Sporenbildung. Recht günstig wirkt bereits die Zimmertemperatur und von da ab tritt mit dem Steigen der Temperatur eine gleichsinnige Steigerung nicht bloß in der vegetativen Entwicklung sondern auch in der Sporenbildung ein, bis bei 30° das Optimum erreicht wird. Höhere Temperaturen erträgt der Pilz ebenfalls, doch wird mit 36° nahezu das Maximum erreicht sein.

Der Pilz wird bei der für ihn günstigsten Temperatur von 30° die Gurkenkulturen am meisten gefährden. Denn er wird nicht bloß an den einzelnen Ansteckungsstellen sich sehr rasch auf vegetativem Wege ausbreiten, sondern durch die ungeheuer gesteigerte Sporenbildung für die noch gesunden Blätter die größte Gefahr bilden. Dazu kommt, daß wir mit gutem Grund annehmen dürfen, daß er bei der optimalen Temperatur auch die größte Menge jener chemischen Stoffe erzeugt, die den Angriff auf die Wirtpflanze ermöglichen.

Über die Ansteckung der Blätter soll erwähnt werden, daß sie nur dann Erfolg hat, wenn Wasser in tropfbar flüßiger Form auf den Blättern vorhanden ist. Das ist aber bei dem bisher üblichen Kulturverfahren fast immer der Fall gewesen. Denn zur Steigerung der Erträge ist, neben einseitig unzweckmäßiger Düngung, die Temperatur bis zum äußersten ausgenützt worden. Mit dem raschen Steigen der Temperatur am Vormittag kann die Wasserverdunstung nicht gleichen Schritt halten. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft kann also bei schneller Erwärmung unter das für die Gurkenpflanzen zuträgliche Maß sinken, wenn nicht künstlich durch Überbrausen mit Wasser nachgeholfen wird. Unsere Versuche haben ergeben, daß man sehr wohl Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt der Luft dauernd so regeln kann, wie es für die Gurkenkulturen wünschenswert ist, ohne daß es nötig wäre, die Blätter selbst zu benetzen. Genauere Verhaltungsmaßregeln werden in der ausführlichen Abhandlung demnächst mitgeteilt; ich möchte aber darauf hinweisen, daß die im Jahr 1913 vollständig verseuchten Häuser in den Jahren 1914 bis 1916 bei Befolgung meiner Vorschriften keine Spur der Krankheit mehr

gezeigt haben, ohne daß vorher eine gründliche Desinfection hätte *durchgeführt werden können.*

Es *liegt also hier der in der Krankheitslehre seltene* Fall vor, daß eine Pilzerkrankung, gegen die alle chemischen Vorbeugungsmittel vollständig versagt haben, leicht vermieden werden kann, wenn bei den Kulturmaßnahmen auf die Besonderheiten des Pilzes Rücksicht genommen wird.

Hohenheim, Botanische Anstalt. Im Januar 1917.

---

6. A. Ursprung: Über die Stärkebildung im Spektrum.

(Mit Tafel I und einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 24. Januar 1917.)

Die hier beschriebenen Versuche hatten zunächst nur den Zweck, einiges Demonstrationsmaterial zu liefern, um die assimilatorische Wirkung der verschiedenen Wellenlängen der Sonnenstrahlung anschaulich vorführen zu können. Gewöhnlich bedient man sich zur Demonstration der assimilatorischen Bedeutung verschiedener *λ der Filter; die Schwierigkeiten auf diesem Wege* monochromatisches Licht und eine richtige Intensitätsverteilung zu erhalten, sind genugsam bekannt. Ein zweiter Weg besteht in der Anwendung des Spektrums, etwa in Verbindung mit dem für Demonstrationszwecke so beliebten Blasenzählen. Neben anderen, neuerdings wieder betonten Übelständen hat aber das Blasenzählen *in unserem Falle* auch den *Nachteil*, daß die verschiedenen Wellenlängen sich nicht gleichzeitig prüfen lassen. Die simultane Beobachtung in allen Teilen des Spektrums ist aber zweifellos übersichtlicher. Da ferner die Sonne während der betreffenden Vorlesung nicht immer zu scheinen pflegt, war eine Methode erwünscht, die das erhaltene Resultat dauernd fixiert.

Das benützte Verfahren besteht einfach darin, das Spektrum auf ein entstärktes Blatt zu projizieren und nach genügender Exposition und Extraktion des Chlorophylls die Jodreaktion auszuführen. Am leichtesten gelingt der Versuch mit dem Prisma; er glückt aber auch mit den Gitterkopien, die ein für unsere Zwecke

brauchbares Normalspektrum[1]) liefern. Wir erhalten auf diese Weise ein Spektrogramm, über dem wir nur ein Bild des benutzten Spektrums zu befestigen brauchen, um mit einem Blicke eine richtige Vorstellung zu bekommen.

1. Methodisches.

Das Prinzip ist nicht neu. TIMIRIAZEFF wandte es als erster und meines Wissens einziger im Jahre 1890 an[2]). Er entwarf mit einem Prisma à vision directe und einer achromatischen Linse im Dunkelzimmer das Sonnenspektrum auf ein entstärktes Blatt von *Hydrangea*[3]) während 3—6 Stunden. Nach der Mitteilung von 1890 trat nach der Jodreaktion Absorptionsband I deutlich hervor, im Orange und Gelb war noch ein Halbschatten sichtbar, der immer schwächer wurde und wenig jenseits D verschwand. 1903 heißt es: „The blue and violet rays produced hardly any effect." Um ein Gelegenheitsexperiment kann es sich nicht handeln, denn schon 1890 wird erwähnt, daß in mehreren vorhergehenden Jahren vergebliche Versuche unternommen wurden und 1903 wird über Bemühungen mit einem ROWLANDschen Gitter berichtet, die wegen zu geringer Lichtintensität negative Resultate ergaben. Die vorliegenden Erfahrungen waren somit wenig ermutigend.

Orientierende Versuche zeigten jedoch bald, daß TIMIRIAZEFFs Anordnung nicht sehr zweckmäßig war. Jedenfalls erhielt ich mit geradsichtigen Spektroskopen guter Konstruktion relativ schlechte Resultate, wohl wegen der stärkeren Absorption und des größeren Lichtverlustes überhaupt; nach EDER[4]) können solche Apparate schon das sichtbare Violett stark schwächen. Ferner empfiehlt sich die Verwendung fertig montierter Spektroskope oder Spektrographen; sie sind nicht nur handlicher, sondern erleichtern die Abhaltung fremden Lichtes und die Justierung.

Ich benutzte 3 Spektroskope mit je 1 Glasprisma, 2 Spektroskope mit Gittern (Photographie anf Glas) und Glaslinsen[4]), einen kleinen Quarzspektrographen. Als Lichtquellen wurden verwendet: Eine Osramlampe AZO von 2500 Kerzen; eine Gleichstromliliput-

---

1) Der Spektrophor hat neben dem Vorteil relativ großer Lichtstärke den Nachteil, daß er kein zusammenhängendes Spektrum liefert.

2) C. TIMIRIAZEFF, Enregistrement photographique de la fonction chlorophyllienne par la plante vivante. Compt. rend. 1890 T. 110, p. 1346.

3) TIMIRIAZEFF, The cosmical function of the green plant. Proc. Roy. Soc. Vol. 72. 1903, p. 424.

4) EDER, Handbuch der Photographie I, 3, p. 42.

bogenlampe mit Regulierung; eine automatische Projektionsgleichstrombogenlampe; eine große Wechselstrombogenlampe für Straßenbeleuchtung; eine kleinere und eine größere Quecksilberbogenlampe mit Leuchtrohr aus Quarz; das Licht der Sonne, weißer Wolken und des blauen Himmels in Verbindung mit einem automatischen Heliostaten, dessen Spiegel auf der dem Lichte zugekehrten Seite versilbert war; endlich Vollmondlicht[1]).

Die Spaltbreite schwankte etwas, je nach der Intensität der Lichtquelle; sie betrug in der Regel ca. 1 mm, in gewissen Fällen aber auch bedeutend weniger. Zwischen Spalt und Lichtquelle war gewöhnlich ein Kondensor eingeschaltet, der je nach Umständen von größerer oder geringerer Brennweite gewählt wurde; er bestand bei Glasapparaten ebenfalls aus Glas (wenn möglich achromatisch), beim Quarzspektrographen aus einer einfachen Quarzlinse.

Im Spektrographen gelangte das Blatt in die Ebene der photographischen Platte. Bei den Spektroskopen wird das Okular des Fernrohres abgeschraubt und in einfacher Weise eine Vorrichtung getroffen, um das Blatt genau in jener Ebene festzuhalten, in der ein scharfes objektives Spektrum entsteht. Wesentlich ist dabei nur, daß das bestrahlte Blattstück auf beiden Seiten frei an die Luft grenzt, daß kein fremdes Licht Zutritt hat und auch im Apparat selbst alles falsche Licht nach Möglichkeit abgeblendet wird, daß das Blatt endlich gesund und turgeszent ist und mit der lebenden Pflanze in Verbindung steht. Das Spektrum ist auf möglichst ebene Spreitenteile zu werfen unter Vermeidung stärkerer Nerven; gewölbte Flächen geben, besonders im Quarzspektrographen, verzerrte Bilder; über den Nerven kann Bildung und Lösung der Stärke sich anders verhalten.

Für jeden Apparat mußte das Spektrum kalibriert werden. Dazu benutzte ich die FRAUNHOFERschen Linien, die Hauptlinien von H, He, K, Na. Zur Kalibrierung des Quarzspektrographen dienten auf derselben Platte übereinander erzeugte Photographien des He-Spektrums, des Cd-Funkenspektrums sowie des Absorptionsspektrums des Blattes. Wenn nötig, wurden die Wellenlängen

---

1) Ein Apparat stammt von ZEISS; den zweiten lichtstärkeren baute ich selbst auf aus einem guten Spektroskop und einem Gitter von GAERTNER & Co., Chicago (C. 485, S. 610 lines to the inch), die ich Herrn Prof. Dr DHÉRÉ verdanke.

2) Verschiedene Herren, besonders mehrere Kollegen, unterstützten mich durch gütige Überlassung von Apparaten. Ihnen allen, vornehmlich aber Herrn Prof. Dr. JOYE, spreche ich auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aus.

zwischenliegender Punkte durch Aufzeichnen der Kurve oder mit der Interpolationsformel von HARTMANN[1]) ermittelt.

Die Orientierung im Blatt erfolgt einmal durch einen feinen Einschnitt oder besser feine Nadelstiche in der Mitte des Hauptabsorptionsbandes. Dies allein genügt jedoch nicht, da das Blatt bei der darauffolgenden Behandlung mit kochendem Wasser, heißem Alkohol[2]), Jodlösung etc. sich etwas kontrahiert. Diese Kontraktion muß für jedes einzelne Versuchsblatt an der Stelle des Spektrogrammes gemessen und später in Rechnung gezogen werden. Dadurch wird ein Mindestmaß von Genauigkeit erzielt; besser ist es, eine größere Zahl von Marken an verschiedenen Stellen des Spektrums anzubringen. Zur Ausmessung werden die Spektrogramme entweder auf dem Objektträger aufgeklebt und trocken untersucht oder unter Deckglas in Jodwasser gebracht.

Als Versuchspflanzen dienten fast ausschließlich im Zimmer kultivierte Topfexemplare von *Phaseolus multiflorus*, die sich glatt entstärkten und genügend Stärke bildeten; zu einigen Experimenten benützte ich ferner *Impatiens*, *Tropaeolum* und *Coleus*.

Dadurch daß wir die Wirkungen der verschiedenen Strahlen an ein und demselben Blatt studieren, werden individuelle Verschiedenheiten, wie sie zwischen verschiedenen Blättern derselben Pflanze oder zwischen verschiedenen Individuen möglich sind, ausgeschaltet. Es bleiben noch ev. Differenzen zwischen verschiedenen Teilen desselben Blattes, die man erstens durch Verwendung normaler ausgewachsener Blätter zu vermeiden sucht, und die sich ferner dadurch eliminieren lassen, daß man das Spektrum in aufeinanderfolgenden Versuchen verschieden orientiert (Rot bald gegen Blattspitze, bald gegen Basis, bald gegen Rand, bzw. Mittelnerv).

2. Innerhalb welcher Grenzen wird Stärke gebildet?

Die zum Studium dieser Frage benützten farbigen Filter lassen ganze Gruppen von Wellenlängen durch. Wenn daher DETMER[3]) hinter Kupferoxydammoniak sehr schwache oder gar keine Stärkebildung fand, so läßt sich nicht sagen, welchen λ diese geringe Tätigkeit zukommt; außerdem befanden sich die Blätter in CO_2-

---

1) $s = s_0 + \frac{C}{(\lambda + \lambda_0)^\alpha}$, worin $\alpha = 1$ gesetzt wurde. Vgl. HARTMANN, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 19, p. 57 (1899).

2) Hartnäckige Chlorophyllinseln entfernt man durch wiederholtes Behandeln mit kochendem Wasser und Alkohol. Das Übertragen der Blattstreifen von Wasser in Alkohol erfolgt zweckmäßig mit knieförmig gebogenem Glasstab.

3) DETMER, Praktikum, 4. Aufl., p. 36.

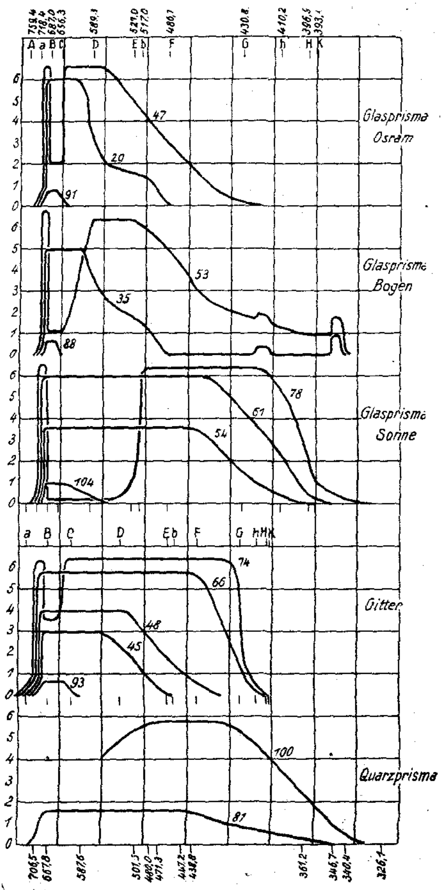


Abb. 1. Versuchspflanze *Phaseolus multiflorus*.

Erklärung der Abb. 1.

A. *Kurven und Zeichnungen von Spektrogrammen.*

Nr. 91: Osramlampe, Spektroskop II mit Glasprisma, kein Kondensor, Belichtung 2 Stunden.
„ 20: Osramlampe, Spektroskop I mit Glasprisma, Belichtung 24 Stunden.
„ 47: Osramlampe, Spektroskop I mit Glasprisma, Belichtung 48 Stunden.
„ 88: Liliputgleichstrombogenlampe, Spektroskop I mit Glasprisma, kein Kondensor, Belichtung ½ Stunde.
„ 35: Wechselstrombogenlampe, Spektroskop II mit Glasprisma, mit Kondensor, Belichtung 12 Stunden.
„ 53: Liliputgleichstrombogenlampe, Spektroskop II mit Glasprisma, mit Kondensor, Belichtung 9½ Stunden.
„ 104: Sonne, Spektroskop mit Glasprisma, Spaltsehreng, Belichtung mit 1¾ Stunden.
„ 54: meist weiße Wolken, Spektroskop II mit Glasprisma, mit Kondensor, Belichtung 9½ Stunden
„ 61: Sonne, Spektroskop I mit Glasprisma, mit Kondensor, Belichtung ca. 5 Stunden.
„ 78: Sonne, Spektroskop I mit Glasprisma, mit Kondensor, Belichtung 9 Stunden.

Infolge wolkenlosen Himmels und großer Kondensorlinse mit langer Brennweite, trat, nach Auflösung der Stärke, in einem Teil der solarisierten Partie Zerstörung des Chlorophylls ein (Bezirk BC und kleine rechts anschließende Partie).

Nr. 98: Osramlampe, Spektroskop III mit Gitter, kein Kondensor, Belichtung 8 Stunden.
„ 45: Sonne, Spektroskop III mit Gitter, mit Kondensor, Belichtung 8 Stdn.
„ 48: Sonne, Spektroskop III mit Gitter, mit Kondensor, Belichtung 9½ Stdn.
„ 66: Sonne, Spektroskop III mit Gitter, großer Kondensor wie in Nr. 78, Belichtung 7 Stunden.
„ 74: Sonne, Spektroskop III mit Gitter, großer Kondensor wie in Nr. 78, Belichtung 8½ Stunden.
„ 81: blauer Himmel, Quarzspektrograph, Quarzkondensor, Belichtung 9 Stdn.
„ *100: Liliputgleichstrombogenlampe, Quarzspektrograph, Quarzkondensor,* Belichtung 12 Stunden.
„ 39: Osramlampe, Spektroskop I mit Glasprisma, vor Spaltplanparalleles Glasgefäß mit alkohol. Chlorophyllösung, Belichtung 6 Stunden.
„ 43: Osramlampe, Spektroskop I mit Glasprisma, vor Spaltplanparalleles Glasgefäß mit alkohol. Chlorophyllösung, Belichtung 21 Stunden.
„ 59: Liliputgleichstrombogenlampe, Spektroskop I mit Glasprisma, vor Spaltplanparalleles Glasgefäß mit alkohol. Chlorophyllösung, mit Kondensor, Belichtung 9 Stunden.

reicher Luft, was die Übertragung auf natürliche Verhältnisse erschwert. 1903 erwähnt TIMIRIAZEFF Versuche mit dem Spektrophor, in welchen das Spektrum in zwei Hälften (700—550 und 550—400 $\mu\mu$) geteilt und jede zu einem Streifen vereinigt auf das Blatt geworfen wird. Nach der Angabe TIMIRIAZEFFs ergab die Stärkereaktion „dasselbe Resultat", wie die gasanalytische Methode d. h. es verhielt sich die Assimilation in der gelben zur blauen Hälfte, wie 100 : 54. Wahrscheinlich wollte der Autor sagen, „ungefähr dasselbe Resultat"; jedenfalls glückte es mir nicht mit der Jodreaktion, so präzise Werte zu erlangen. Für unsere Frage ist auch damit nicht viel gewonnen, da die Farben nicht ausreichend getrennt sind, die blaue Hälfte z. B. bedeutende Mengen Grün enthält. Nach den schon erwähnten Befunden desselben Autors im Spektrum reicht die Stärkeproduktion von B bis wenig über D; Blau und Violett zeigen kaum eine Wirkung. Er schreibt letzteres dem Umstand zu, daß hier Bildung und Auflösung von Stärke sich das Gleichgewicht halten, so daß keine Anhäufung mehr erfolgen kann. JOST[1]) sagt: „grünem Licht kommt so gut wie gar keine assimilatorische Wirkung zu"; das kann, auf die Stärkebildung übertragen, nur heißen: im Grün wird keine Stärke erzeugt. Nach den vorliegenden, z. T. sich widersprechenden Angaben ist also Stärkeproduktion nur von B bis wenig über D mit Sicherheit nachgewiesen.

Zur Ermittlung der äußersten Grenzen bis zu denen Stärke gebildet wird, benützte ich für die kurzwellige Seite den Quarzspektrographen, für die langwellige die Apparate mit Glasprismen. Die lichtschwächeren Gitter sind für diese Zwecke natürlich weniger geeignet. Wie aus den Kurven und Spektrogrammen (siehe Textabb. und Tafel) ersichtlich ist, fand ich die rote Grenze für die Stärkebildung bei Sonne, Bogenlicht und Osramlampe in der Regel zwischen a u. A, im Maximum etwa bei A. Für das Ultrarot waren meine Befunde negativ und decken sich somit ganz mit den bisherigen Angaben. Im Ultraviolett ließ sich Stärkebildung in der Sonne bis ca. 342 $\mu\mu$, im Bogen bis ca. 330 $\mu\mu$ wahrnehmen. Die äußersten Grenzen bis zu denen meine Beobachtungen reichten, waren somit ungefähr 760 und 330 $\mu\mu$.

Über die Zuverlässigkeit dieser Zahlen entscheiden die Fehlerquellen. Solche sind 1. ungenaues Anbringen der Schnittmarken im Blatt, 2. seitliche Ausbreitung des Lichtes durch Reflexionen im Innern des Blattes, 3. falsches Licht im Innern des Apparates.

1) JOST, Vorlesungen 1913, p. 166.

Was Punkt 1 betrifft, so hängt der bei genauem Arbeiten mögliche Fehler von der Länge des Spektrums ab; ich schätze ihn in meinen Spektrogrammen im Maximum auf ± 10 $\mu\mu$ und suchte ihn durch eine größere Zahl (ca. 100) von Versuchen nach Möglichkeit einzuengen. Bei Punkt 2 kann es sich sicher nicht um nennenswerte Größen handeln, da das Spektrogramm nach oben und unten scharf begrenzt war. Punkt 3 kommt für die rote Grenze nicht in Betracht, da zu ihrer Feststellung nur Apparate mit je 1 Glasprisma dienten, bei denen das diffuse Licht sehr schwach und das Spektrum nach oben und unten scharf begrenzt war. Dagegen bedarf Punkt 3 für die ultraviolette Grenze einer besondern Prüfung; das diffuse Licht zeigt im benutzten Quarzspektrographen etwas größere Intensität, das Spektrum ist oben und unten durch einen Schirm begrenzt, und die Strahlung nimmt im Ultraviolett mehr und mehr ab. Erstens erstreckt sich diese diffuse Helligkeit nicht nur bis 330 $\mu\mu$, sondern viel weiter und zwar mit annähernd derselben Intensität; es müßte also, wenn diese Fehlerquelle eine Rolle spielt, die Stärkebildung weit über 330 $\mu\mu$ hinaus fortschreiten; das war aber nie zu beobachten. Zweitens zeigten auch Glasapparate, mit viel weniger falschem Licht, eine deutliche Stärkebildung im Ultraviolett, die allerdings, infolge der Absorption des Glases, nicht bis 330 sich erstrecken konnte. Drittens nimmt das diffuse Licht cet. par. mit der Intensität der Lichtquelle zu. Es hätte daher die Stärkebildung in der Sonne weiterreichen müssen, als im weniger lichtstarken Bogen; tatsächlich war aber das Gegenteil der Fall; was mit dem Gehalt an ultravioletten Strahlen durchaus übereinstimmt. Viertens benützte ich ein Ultraviolettfilter. Als solches kann nach H. LEHMANN[1]) dienen eine Küvette aus Jenaer Blauuviolglas, gefüllt mit wässeriger Lösung von Nitrosodimethylanilin, verbunden mit Quarzküvette mit Kupfersulfatlösung; durchgelassen wird der Bezirk λ 400—280 $\mu\mu$. Ich habe das mir zur Verfügung stehende Filter nicht auf seine Durchlässigkeit geprüft, glaube aber trotzdem das Resultat kurz angeben zu dürfen. Die Pflanze *(Phaseolus)* war im Dunkelzimmer in einen lichtdichten Kasten eingeschlossen, dessen einziges Fenster mit dem Filter bedeckt war. Nach 11stündiger Bestrahlung mit einer kleinen Quecksilberbogenlampe ließ sich in den bestrahlten Teilen eine allerdings schwache, aber deutliche Stärkebildung nachweisen, die in den nichtbestrahlten Teilen desselben Blattes fehlte. Die Sache schien

1) H. LEHMANN, Filter für ultraviolette Strahlen. Physik. Zeitschr. 1910, 2. Teil p. 1059.

mir wichtig genug um noch eine fünfte Prüfung zu unternehmen. Dazu dienten Lichtquellen die im Ultraviolett kein kontinuierliches, sondern ein Banden- oder Linienspektrum geben. Wenn mit den ultravioletten Banden wirklich Stellen reicherer Stärkebildung koinzidieren, so ist damit jeder Zweifel an der Wirkung des Ultraviolett ausgeschlossen. Ich operierte mit den Cyanbanden des Kohlenbogens und mit der Quecksilberlampe. Die ultraviolette Cyanbande λ 388—386 $\mu\mu$ ist in den Glasapparaten deutlich sichtbar (vgl. Spektrogramm 35 und 53 sowie die betr. Kurven). Die Hg-Lampe benützte ich in Verbindung mit dem Quarzspektrographen. Da das Blatt viel dicker ist als die empfindliche Schicht der photographischen Platte und zu dem keine ebene Oberfläche zeigt, ist die Einstellung schwierig. Auch bei den scharfen Hg-Linien ist daher im Spektrogramm eine scharfe Begrenzung nicht zu erwarten, um so mehr müssen jene Bänder unscharf sein, die schon auf einer guten Photographie verwaschen erscheinen. In einem solchen unscharfen Zustand ließ sich nun das Spektrum des Hg-Bogens tatsächlich im Blattspektrogramm verfolgen von zirka 580 $\mu\mu$ bis zu den intensiven ultravioletten Linien bei ca. 365 $\mu\mu$[1]). Die Bestrahlung hatte $13^1/_2$ Stunden gedauert. Einige Versuche, mit einer kräftigeren Quecksilberlampe auch noch kurzwelligere Linien (ca. 313 $\mu\mu$) im Spektrogramm aufzufinden, führten zu keinem sicheren Resultat, woran z. T. die schädigende Wirkung Schuld war[2]), läßt sich in dieser Richtung auch noch mehr erreichen, so genügten die erhaltenen Resultate doch um die Wirksamkeit des Ultraviolett sicherzustellen.

Die Grenzen innerhalb deren Stärke gebildet wird, liegen also weiter als man in der Regel anzunehmen pflegt; sie liegen auch weiter als die für die Sauerstoffausscheidung gewöhnlich angegebenen Werte. Im Rot erwähnt REINKE[3]) Blasenausscheidung bis zum Bezirk 750—700 $\mu\mu$, ENGELMANN gelangt mit der Bakterienmethode bis 718 $\mu\mu$. Im kurzwelligen Teil macht REINKE Angaben bis zum Bezirk 450—400 $\mu\mu$, ENGELMANN bis G = 430,8 $\mu\mu$, in einem Falle bis H = 396,9 $\mu\mu$. Über Stärkebildung im Ultraviolett habe ich keine Angaben gefunden, und über Assimilation im Ultraviolett geben m. W. nur BONNIER u. MANGIN[4]) ein posi-

1) Über die Intensitätsverteilung vgl. EDER l. c. p. 642 u. EULER, Handb. d. biochem. Arbeitsmethoden VII, p. 612.

2) Die ganze Pflanze hatte trotz der Isolierung gelitten.

3) REINKE, Botan. Ztg. 42, 1884.

4) BONNIER et MANGIN, L'action chlorophyllienne dans l'obscurité ultraviolette. Compt. rend. 102, 1886, p. 123.

tives Resultat an. Sie bestimmten den Respirationsquotienten im Dunkeln und hinter Filtern, die ihrer Meinung nach nur Ultraviolett durchließen. Ob BONNIERs Filter (verre violet obscur oder verre argenté) den geforderten Bedingungen entsprochen haben, kann ich nicht entscheiden, da ich sie keiner Prüfung unterzog. Es ist aber zu bemerken, daß auch BONNIER von einer solchen Prüfung nichts erwähnt und damit ist für mich und die Physiker, die ich hierüber konsultierte, die Zuverlässigkeit dieser Filter fraglich. Zudem zeigt eine Durchsicht der Literatur[1]), daß zuverlässige Ultraviolettfilter nicht leicht zu erhalten und wohl noch nicht sehr lange bekannt sind; auch dürfte man sich in dieser Hinsicht in letzter Zeit kaum so abgemüht haben, wenn schon 1886 eine brauchbare Lösung vorgelegen hätte. Übrigens bleibt nach BONNIER und MANGIN die Assimilation hinter der Atmung zurück[2]) und damit wäre also Stärkebildung ausgeschlossen. Die mannigfachen Angaben über chemische Wirkungen des Ultraviolett außerhalb des pflanzlichen Organismus sind z. T. (Bildung von Formaldehyd, Zucker) auch für die Pflanzenphysiologie von Interesse: sie lassen sich für die Assimilation aber nicht direkt verwerten, da die betr. ultraviolettreichen Lichtquellen das Blatt in kurzer Zeit töten.

Wir schließen mit der folgenden Zusammenstellung:

Die gesamte kalorische Strahlung erstreckt sich von	100—60 000 $\mu\mu$	= ca. 9 Oktaven.
Die auf die Erdoberfl. fallende Sonnenstrahlung	ca. 300— 5 000 $\mu\mu$	= ca. 4 Oktaven,
(wenn wir von dem schwachen längerwelligen Infrarot absehen)		
Sichtbar ist der Bezirk[3]) . . .	400— 760 $\mu\mu$	= ca. 1 Oktave,
Stärkebildung wurde beobachtet zwischen	ca. 330— 760 $\mu\mu$	= ca. $1^1/_6$ Okt.

Unsere Methode hat den Vorzug, daß sie ähnlich wie die photographische Platte die Lichtwirkungen bis zu einem gewissen Grade summiert, so daß auch sehr schwache Wirkungen bei genügender Exposition sichtbar werden können.

Ist nun mit 330 $\mu\mu$ die äußerste Grenze der Stärkebildung erreicht? Zur Entscheidung dieser Frage reichen meine Versuche

1) Vgl. spez. LEHMANN l. c.

2) Vgl. auch PFEFFER, Pflanz. phys. I, p. 381.

3) KAYSER l. c. I, p. 599 bemerkt, daß die Grenzwerte 400 u. 760 $\mu\mu$ für den sichtbaren Teil sehr intensives Licht und sehr weiße Gläser voraussetzen.

nicht aus. Sicher ist nur, daß man auch mit den ultraviolettreichsten Lichtquellen sehr viel weiter nicht mehr kommen kann, denn bald unter 300 $\mu\mu$ fangen die Strahlen an schädigend bis tötend auf das Plasma einzuwirken. Dagegen geben meine Spektrogramme mit der Sonne sicher nicht das erreichbare Maximum. Einmal erfolgten meine Versuche im Herbst, während Juni der zweckmäßigste Monat ist. Ferner wurde gerade das ultraviolettreichste Licht um die Mittagszeit (um Mittag reicht das Spektrum der Sonne nach CORNU bis 295, um 5^h 14 bis 315 $\mu\mu$) nur ganz unvollständig ausgenützt. Endlich ließ auch der Heliostatenspiegel zu wünschen übrig. Nach EDER (l. c. p. 638) reicht das Sonnenspektrum im Quarzspektrographen bei klarem Sonnenschein bis ca. 310 $\mu\mu$, was offenbar für die Ebene gemeint ist. Auf dem Riffelhaus (2570 m) kam CORNU bis 294,3 $\mu\mu$ und SIMONY auf dem Pic von Teneriffa (3700 m) bis 292,2 $\mu\mu$. CORNU schließt, daß für je 600—900 m Erhebung das Spektrum um ca. 0,5 $\mu\mu$ länger werde. Daneben ist vielleicht auch die Natur der Pflanze von Bedeutung, wie ja z. B. der dem menschlichen Auge sichtbare Bezirk bei verschiedenen Beobachtern etwas schwankt. Meine Angaben beziehen sich auf *Phaseolus*, und es dürfte eine eventuelle Verschiebung der Grenze weiter ins Ultraviolett am ehesten bei Alpenpflanzen zu erwarten sein[1]). Offenbar sind die grünen Blätter auch insofern der Sonnenstrahlung angepaßt, als jedenfalls der größte Teil des betreffenden Ultraviolett assimilatorisch wirksam ist, während noch kürzere Wellen bald den Tod herbeiführen. Der bei zu intensiver Insolation eintretende Lichttod ist, wie wir

1) Zu berücksichtigen ist noch folgendes. Wenn im *Phaseolus*blatt z. B. λ 318 $\mu\mu$ keine Stärke erzeugt, so beweist das noch nicht, daß die *Phaseolus*-Chromatophoren mit λ 318 keine Stärke bilden können. Die Strahlen müssen je bevor sie in die Chlorophyllkörner gelangen können mindestens die Epidermis passieren. Die Absorption durch die Epidermis fällt um so mehr in Betracht, je geringer die Intensität der auffallenden λ 318 und je größer der Absorptionskoeffizient für λ 318 ist. Noch LANGLEY nimmt die Intensität der ultravioletten Sonnenstrahlung mit der Kürze der Wellen mehr und mehr ab und umgekehrt nimmt die Absorption von Eiweiß und wohl auch von Plasma mit Abnahme der Wellenlänge zu (HENRI, C. R., 1912, II, p. 315). Das Verhalten von Zelluloseacetat u. Viscose (HENRI l. c.) sowie das Verschwinden der Holzreaktion legt die Vermutung nahe, daß auch die Zellwände Ultraviolett absorbieren dürften. Nach AMBRONN u. KÖHLER (STAHL, Biologie des Chlorophylls p. 89) absorbiert die Kutikula das Ultraviolett stark und bei gewissen Pflanzen auch Blau und Violett. Für den Zellsaft ist das Wasser in dieser Hinsicht bedeutungslos, dagegen können die gelösten Substanzen ev. eine Rolle spielen (vgl. HARTLEY in KAYSER).

später sehen werden, keine Folge der ultravioletten, sondern hauptsächlich der BC-Strahlen.

Daß im Infrarot keine Stärke gebildet wird, obschon beim Prismenspektrum das Maximum der Energie ins Infrarot fällt, kann seinen Grund haben 1. darin, daß gar kein Infrarot ins Chlorophyllkorn gelangt, indem es vorher, absorbiert wird, 2. darin, daß das Chlorophyllkorn kein Infrarot absorbiert, 3. darin, daß das Chlorophyllkorn infrarote Strahlen zwar absorbiert aber nicht zur Assimilation verwenden kann. Wenn auch die Absorption der verschiedenen Zellbestandteile für Infrarot nicht bekannt ist, so folgt doch aus den bolometrischen Messungen von ENGELMANN[1]), DONATH[2]) und ASCHKINASS[3]), daß Infrarot ins Chlorophyllkorn gelangt. DONATH zeigte, daß Chlorophyll das Infrarot absorbiert. Wenn er auch den maximalen Wert von 40 pCt. als unsicher bezeichnet, so kommen doch Absorptionen von 2—8 pCt. häufig vor. Beispielsweise sei erwähnt, daß bei λ 751 die Absorption und die auffallende Energie kleiner sind als im benachbarten Infrarot. Obschon also in diesem Infrarot mehr Energie absorbiert wird als bei λ 751, wird doch bei λ 751 Stärke gebildet, im Infrarot aber nicht. Es bleibt somit zur Erklärung nur die dritte Möglichkeit übrig. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang die besonders von ABNEY studierte Erscheinung, daß das Infrarot eine vorherige Belichtung der Platte aufheben kann. Es beruht das (KAYSER I, p. 615) darauf, daß die langen Wellen oxydieren, während die kurzen umgekehrt reduzierend wirken. Sollte für das Chlorophyllkorn ähnliches gelten, so wäre die Untätigkeit des Ultrarot im Assimilationsprozeß dem Verständnis näher gerückt. Jedenfalls ist die Förderung der Atmung und der Diastasetätigkeit durch die langwelligen infraroten Wärmestrahlen eine bekannte Tatsache.

Über die Abhängigkeit der Grenzwerte von der Expositionsdauer und der Natur der Lichtquelle vgl. Abschnitt 5.

3. Zur Frage der Maxima.

Spektrogramme, bei denen eine Bogenlampe als Lichtquelle diente, zeigten 2 oder 3 Maxima (vgl. Spektrogramm 35, Kurve 35; häufig fehlt das Nebenmaximum zw. G und h, was die Zahl der Maxima auf zwei reduziert) was an ENGELMANNs Kurve oder an den früher behaupteten Parallelismus mit dem Absorptionsspektrum erinnert. Indessen traten

1) ENGELMANN, Botan. Zeitg. 1888.

2) DONATH, Bolometrische Unters. über Absorptionsspektra fluoreszierender Substanzen u. äther. Öle. Wied. Ann. 58, 1896, p. 609.

3) Vgl. KAYSER l. c. III. p. 896.

diese Nebenmaxima weder in der Osramlampe noch im Sonnenlicht auf, obschon ich die Expositionsdauer von Bruchteilen einer Stunde bis zu 9 $^1/_2$ Stunden (Sonne) u. 48 Stunden (Osram) sukzessive gesteigert habe; sie müssen also für den Bogen charakteristisch sein.[1]) Die Lage der Nebenmaxima zeigt auch auf den ersten Blick, daß sie nicht mit Absorptionsbändern des lebenden Blattes zusammenfallen; dagegen koinzidieren sie mit Cyanbanden des Kohlenbogens. Bekanntlich zeigt das Spektrum der Bogenlampe bei gewöhnlichen Kohlen (nicht Effektkohlen) neben dem kontinuirlichen Spektrum noch die Cyanbänder. Cyanband 461—455 $\mu\mu$ zw. F u. G ist relativ lichtarm; sehr hell sind dagegen das violette Band zw. G u. h (422—416 $\mu\mu$) und das ultraviolette zw. L u. M (388—386 $\mu\mu$); ein weiteres Band (359—358) liegt schon in jenem Bezirk, der durch manche Gläser stark geschwächt wird und so erklärt sich sein Fehlen in meinen Glasspektrogrammen. Das Fehlen in andern Lichtquellen und diese Koinzidenz mit den Cyanbändern zeigt zweifellos, daß letztere die Ursache der Nebenmaxima sind.

Die Lage des Hauptmaximums ist mit unserer Methode am besten durch jene Stelle zu präzisieren, an der die Stärkebildung beginnt. Es ist das bei allen 3 Lichtquellen im Prismenspektrum des Bezirk BC (Nr. 91, 88, 104). Das Gitterspektrogramm verhält sich gleich — trotz der anderen Energieverteilung —, was ich direkt für die Osramlampe (Nr. 93) und indirekt für die Sonne (Nr. 74) ermittelte. Diese Tatsache hätte man jedenfalls nicht erwartet auf Grund der Darstellung, wie sie z. B. auch von JOST (p. 167) gegeben wird. Da ENGELMANN die primäre Kurve mit dem Maximum bei BC nur auf der Vorderseite der *Cladophora*zelle fand, während auf der Rückseite das Maxima jenseits D lag, so hätte man in dickeren Pflanzenteilen, wie dem Blatt, erst recht eine solche Verschiebung vermutet. Die Spektrogramme ließen aber auf der Ober- und Unterseite der Blätter keine derartigen Differenzen erkennen. Um weiteren Aufschluß zu erhalten, stellte ich vor den Spalt eine oft erneuerte alkoholische Chlorophyllösung in planparallelem Glasgefäß. An Stelle des früheren Stärkemaximums bei BC fand sich jetzt deutlich ein Minimum (Nr. 43, 59). Jetzt war auch ein Maximum gegen Gelb verschoben; doch ließen sich mehrere Maxima erkennen und das Hauptmaximum scheint am linken Ende von BC zu liegen (vgl. vorige Num-

1) Als einzige Ausnahme wäre ein Solarisationsspektrogramm (Nr. 81, nicht reproduziert) zu erwähnen, in welchem ein stärkearmes Band außer bei BC auch bei F vorhanden war. Bei den stets vorhandenen individuellen Verschiedenheiten ist einem solchen einmaligen Vorkommnis (unter ca. 100 Spektrogrammen) keine Bedeutung beizumessen.

mern und besonders 39). Die aus dem Absorptionsspektrum gezogene Folgerung stimmt also wohl für die vorgeschaltete Chlorophyllösung, sie stimmt aber nicht für das Bohnenblatt.[1]) Der Grund kann offenbar nur der sein, daß die BC-Strahlen von den oberen Chlorophylllagen des Bohnenblattes nicht so stark absorbiert werden, als man nach obigem hätte glauben können. Nach JOST (l. c. p. 166) werden in einem gewöhnlichen Laubblatt „schon die obersten Chlorophyllschichten alles Licht von der Wellenlänge ca. 660 absorbieren und die darunter liegenden Teile des Blattes befinden sich in Dunkelheit.“ Daß in einem Blatte die Absorption nicht so bedeutend ist, wie man bisher annahm, zeigt auch die später zu erwähnende Stärkebildung hinter einem Blatt.

4. Die Solarisation.

Stellen wir ein entstärktes Blatt, das gesund und an der Pflanze inseriert ist, am Morgen in die Sonne, so wird im Laufe des Tages mehr und mehr Stärke gebildet. Daß nun die Stärkemenge pro Flächeneinheit bzw. die mit Jodlösung erfolgende Schwärzung ein gewisses Maximum nicht überschreiten wird, ist ohne weiteres klar. Diese maximale Schwärzung wird aber nicht beibehalten, sondern nimmt trotz andauernder Belichtung wieder ab um zuletzt zu verschwinden. Als Beispiel sei ein Fiederblatt von *Phaseolus* erwähnt, das in einem Rahmen Anfangs Oktober der Sonne exponiert und immer annähernd senkrecht auf den einfallenden Strahlen gehalten wurde. Nach 5stündiger Exposition zeigte eine Blattprobe starke Schwärzung; da jedoch die etwas beschatteten Randpartien die intensivste Stärkereaktion gaben, war das Maxima bereits überschritten. Spätere Proben ergaben immer weniger Stärke. Nach $8^1/_2$stündiger Exposition war die Reaktion nur noch schwach mit Ausnahme der etwas beschatteten Randpartien. Diese Erscheinung erinnert an das in der Photographie bekannte Solarisationsphänomen; ich habe daher auch dieselbe Bezeichnung angewendet. Sie ist aber, gleich der photographischen Solarisation, durchaus nicht auf die Sonne beschränkt. Schwaches Bogenlicht, das mit einer Zylinderlinse auf ein Blatt geworfen wurde, ergab z. B. eine Zunahme der Schwärzung bis zu ca. 12stündiger Exposition und darauf Abnahme.

Um die Wirkung der verschiedenen λ kennen zu lernen, läßt man ein möglichst intensives Spektrum auf das Blatt fallen (Prisma Kondensor, nicht zu enger Spalt). Sonne, Bogen- und Osramlicht

---

1) Eine Verschiebung gegen D tritt, wie wir später sehen werden bei der Solarisation ein, aber aus einem ganz andern Grunde.

zeigten im Prinzip dasselbe: im Bezirk BC, wo die Schwärzung begonnen hatte, ging sie auch zuerst wieder zurück. Je schwächer die Lichtquelle ist, um so später tritt cet. par. die Solarisation auf. Unter den in den betreffenden Versuchen gerade realisierten Bedingungen habe ich in der Sonne deutliche Entstärkung bei BC schon nach 4—5 Stunden beobachtet. Im Bogenlicht fand ich den Anfang nach 5—6 Stunden, deutliche Solarisation nach 9—10 Stunden (Nr. 53). Im Osramlicht war nach 24 Stunden noch keine Solarisation sichtbar, sehr ausgesprochen aber nach 48 Stunden (Nr. 47). Durch Änderung von Spaltweite und Kondensor lassen sich diese Zahlen natürlich innerhalb weiter Grenzen variieren. Bei steigender Lichtmenge greift die Solarisation immer weiter nach kürzeren Wellen, so sah ich sie bei 9stündiger Insolation bis gegen F vordringen (Nr. 78); dagegen scheint sie sich gegen das Infrarot nicht wesentlich auszudehnen. Im lichtschwächeren Gitterspektrum ist die Erscheinung natürlich schwieriger zu erhalten, doch war sie auch hier nach 8 $^1/_2$ stündiger Besonnung deutlich sichtbar, und zwar an derselben Stelle wie im Prismenspektrum (Nr. 74). Auch auf der photographischen Platte tritt Solarisation zuerst an der Stelle der Maximalwirkung auf, also bei Jodsilberplatten im Sonnenspektrum zuerst im Blau und Violett (EDER l. c. 305).

Wir kommen zur Erklärung. Das Nachlassen bis völlige Verschwinden der Schwärzung beweist, daß nachweisbare Stärkebildung, trotz gleichbleibender Beleuchtung, aufgehört hat, während die Auflösung weiter ging. Die Chlorophyllkörner hatten also ihre assimilatorische Tätigkeit ganz oder zum größten Teil eingestellt. Dabei waren — falls die Lichtintensität nicht zu groß — Chlorophyllkörner und Zellen am Leben geblieben, denn die Palisaden zeigten im solarisierten Zustande deutliche Plasmolyse und Deplasmolyse, und das solarisierte Blatt vermochte nach der Nachtruhe wieder zu assimilieren und Stärke zu bilden. Das Aussetzen der Jodreaktion war also die Folge der Inaktivierung der Chloroplasten, die, wie das Solarisationsspektrogramm zeigt, zuerst durch die BC-Strahlen hervorgerufen wird. Es dürfte das mit der starken Absorption, der großen Intensität und der reichen Stärkeanhäufung im BC-Bezirk zusammenhängen. Vielleicht spielt auch die mit der Assimilation verbundene O-Produktion eine Rolle, denn nach PRINGSHEIM[1]) bleibt der Lichttod — der bei zu intensiver Strahlung auf die Inaktivierung folgt, — in H oder einem Gemenge von H und

1) N. PRINGSHEIM, Über Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion in der Pflanze. Jahrb. f. wiss. Bot. 12, 1879—1881.

CO_2 aus. In diesem Zusammenhange sei erwähnt, daß auch die photographische Solarisation unter dem Einflusse von Oxydationsmitteln besonders stark ist und in einer H- oder N-Atmosphäre ausbleibt (EDER I 3 p. 307). Vielleicht geht mit der Hemmung der Stärkebildung eine Förderung der Stärkelösung Hand in Hand, doch wurde dies nicht näher geprüft; jedenfalls könnte die Erhöhung der Temperatur, die ja bei intensiver Insolation eintritt, in diesem Sinne wirken.

Ist das Licht zu stark, so wird das Chlorophyll zerstört und die Zellen sterben ab. Sowohl mit der Sonne wie mit künstlichen Lichtquellen ist dieses Stadium je nach der Konzentration verschieden rasch zu erreichen. Es beginnt wiederum bei BC und schreitet, soweit meine Beobachtungen im Prismenspektrum zeigen immer weiter gegen Blau vor.[1]) An den gebleichten Stellen versagte die Jodreaktion; was nach dem bereits Mitgeteilten auch zu erwarten war.

5. Die Schwärzungskurve.

Das Prismenspektrogramm kann kein richtiges Bild vom Gesamtverlauf der Schwärzungskurve geben, da die Dispersion gegen die kürzeren Wellen zunimmt. Dagegen liefert das Gitter ein Normalspektrum und ist daher stets zum Studium der Assimilationskurve empfohlen worden. In der Praxis stellte sich dann allerdings die Lichtintensität als so schwach heraus, daß alle bisherigen Versuche meines Wissens erfolglos geblieben sind. Dieses Hindernis ist jetzt überwunden; damit sind aber alle Schwierigkeiten noch lange nicht beseitigt. Bei den Beugungsspektren ist die Ablenkung allerdings angenähert proportional der Wellenlänge; ein Thermometer durch ein Normalspektrum hindurchbewegt, fängt ein Strahlenbündel auf, dessen Breite überall derselben Wellenlängendifferenz entspricht. Theoretisch gibt daher das Gitterspektrum zweifellos die richtige Energieverteilung. Es dürfte aber nicht überflüssig sein auf einen Punkt hinzuweisen, den ich in der botanischen Literatur nicht erwähnt fand. Die Gitter, mit denen wir praktisch arbeiten, sind trotz der großen Fortschritte durchaus nicht fehlerfrei. EDER (l. c. p 57) arbeitete mit einem Gitter, in dem das Blau im Spektrum 2 ter Ordnung viel

1) Eine besonders starke Wirkung bei λ 450—410, wie sie REINKE (Bot. Ztg. 43, 1885) mit dem Spektrophor in alkohol. Chlorophyllösung beobachtete, fand ich nicht, doch schenkte ich diesem Punkte keine weitere Aufmerksamkeit, auch war die Versuchsanordnung in wesentlichen Dingen — z. B. der Energieverteilung im Spektrum — verschieden.

heller ist als im Spektrum 1 ter Ordnung. KAYSER (l. c. I. p. 429) wohl die erste Autorität auf diesem Gebiete schreibt über die Intensitätsverteilung im Gitterspektrum: „Auch innerhalb jedes einzelnen Spektrums kann sie sich ganz beliebig ändern, so daß einzelne Teile des Spektrums viel schwächer werden oder sogar ganz fehlen. Diese Wirkung wird durch die Art der Furchen, durch ihre Gestalt hervorgebracht“. Bei Erwähnung einer Arbeit von PASCHEN, der mittels Bolometer die Intensitätskurven im Gitterspektrum von glühenden festen Körpern untersuchte, bemerkt KAYSER (p. 447) „Er benutzte 2 Gitter von ROWLAND und 2 Gitter von NOBERT, aber alle gaben ganz verschiedene Kurven, die zeigten, daß Intensitätsmessungen mittels Gitterspektren, wenn man sich nicht auf benachbarte Stellen der Spektren beschränkt, ganz wertlos sind. Die Kurven geben viel eher ein Charakteristikum für die Beschaffenheit der Gitterfurchen, als für die Intensitätsverteilung im Spektrum des glühenden Körpers“. Und später: „Auch EDER und VALENTA berichten über Unregelmäßigkeiten der Intensitätsverteilung“. Wenn auch der Pflanzenphysiologe nicht immer so hohe Anforderungen stellen muß wie der Physiker, so folgt hieraus doch, daß beim Arbeiten im Gitterspektrum Vorsicht geboten ist. Am besten wird man sich vor Irrtümern schützen, durch Anwendung verschiedener Methoden: Benützung mehrerer Gitter, Reduktion der prismatischen Kurve auf das Normalspektrum. Wenn kein kontinuirliches Spektrum verlangt wird, leistet ein gut konstruiertes Spektrophor vorzügliche Dienste.

Um die Schwärzungskurve konstruieren zu können, muß die Intensität der Schwärzung gemessen werden. Für das Photometrieren von Spektrogrammen auf photographischen Platten sind besondere Apparate (Schwärzungsmesser, Mikrophotometer) konstruiert worden. Indessen ist diese Aufgabe schon für die relativ homogene photographische Platte nicht so einfach und gestaltet sich daher für das Blatt noch schwieriger. Nach orientierenden Versuchen mit einem — allerdings nicht für Spektrogramme gebauten — Schwärzungsmesser, zog ich es vor die Schwärzung mit Hilfe einer Skala aus 7 Tönen zu schätzen. Sie war hergestellt aus einem hellgrauen Gelatinestreifen, der in 1 bis 7 facher Lage eine stufenweise zunehmende Schwärzung lieferte. Zu bemerken ist noch, daß unter scheinbar denselben äußeren Bedingungen die Kurven verschiedener Blätter derselben Spezies nicht genau sich decken, indem die Schwärzung in verschiedenen Fällen etwas verschieden weit vorgeschritten ist. Einmal ist es eben nicht so leicht die Beleuchtung 8 und mehr Stunden lang in 2 aufeinander-

folgenden Versuchen genau gleich zu halten und dann mögen auch Unterschiede in Temperatur, Wassergehalt, Entwicklungsstadium der Blätter mitgespielt haben. Auf den Charakter der Kurve hat das keinen Einfluß, sondern nur auf die Angaben über die Expositionsdauer, die einzig zur ungefähren Orientierung beigefügt wurden (siehe d. Tafel mit d. Spektogrammen) und natürlich auch von Spaltweite, Bewölkung usw. stark abhängen. Unter den vorliegenden Spektrogrammen wurde die Auswahl zur Reproduktion so getroffen, daß dadurch ein übersichtliches Bild der Gesamterscheinung ermöglicht wird.

Aus Spektrogrammen und Schwärzungskurven ist nun folgendes zu ersehen:

Der Bezirk innerhalb welchem Stärke gebildet wird, hängt ab von der Länge der Exposition und der Natur der Lichtquelle. Im Osram-, Bogen- und Sonnenlicht beginnt die Schwärzung im Prismen- und Gitterspektrum bei BC; sie dehnt sich bei zunehmender Exposition aus und zwar schwach gegen die langen, stark gegen die kurzen Wellen. (Vgl. Nr. 91, 20, 47; 88, 35, 53; 104, 61, 78)

Bei gleich langer Exposition hängt die Lage besonders der violetten Grenze von der Natur der Lichtquelle ab. Wenn die Temperatur der Lichtquelle steigt, so wächst die Energie aller, besonders aber der kürzeren Wellen nnd das Energiemaximum rückt daher immer mehr gegen die stärker brechbare Seite:

	Lage des Energiemaximums	Maximale Temperatur
Sonne	500 $\mu\mu$	5880
Bogen	700 $\mu\mu$	4200
Nernst	1200 $\mu\mu$	2450

Dementsprechend erstreckt sich die Stärkebildung am wenigsten nach rechts im violettarmen Osramlicht; am weitesten geht sie — im scheinbaren Gegensatz zu unserer Tabelle — nicht in der Sonne, sondern im Bogen (vgl. Nr. 100), weil das Sonnenspektrum infolge Absorption der Atmosphäre nur bis ca. 300, das Bogenspektrum aber bis ca. 280 reicht. Hier sei auch erwähnt, daß ich mit dem Vollmond trotz 8stündiger Exposition (mit Heliostat) in einer klaren Oktobernacht, kein Spektrogramm erhielt. Übrigens trat auch im direkten, unzerlegten, ja selbst in dem durch Linse konzentrierten Mondlicht nach 8 Stunden keine Schwärzung ein.

Die Versuche waren jedoch wegen zu tiefer Lufttemperatur nicht eindeutig. Sie wurden daher im Dezember im warmen Zimmer wiederholt, abermals *mit negativem* Resultat; die Bestrahlung konnte hier nur 5 Stunden lang dauern. Hierzu ist zu bemerken, daß die Beleuchtungsstärke des Vollmondlichtes bei Zenitstand nur ca. 0,2 Lux beträgt, des gestirnten Nachthimmels ca. 0,0005 Lux, des Sonnenlichtes bei Zenitstand ca. 100,000 Lux, bei einer Sonnenhöhe von 30° immer noch ca. 65—70,000 Lux; selbst der blaue Himmel beleuchtet bei Sonnenuntergang eine horizontale Fläche mit ca. 2000 Lux. Da nach Langley (Phil. Mag. **26**, 1888 p. 505) das Maximum der Mondstrahlung weit im Infrarot liegt, so müßte in einem bei ausreichender Konzentration erhaltenen Spektrogramm die Stärkebildung gegen Blau rasch abnehmen.

Betrachten wir nun den Gesamtverlauf der Schwärzungskurve, so dürfen wir nicht außer acht lassen, daß wir mit unserer Skala die Schwärzung nicht genau messen, sondern nur schätzen können. Vor der Solarisation steigt die Kurve vom roten Ende aus steil an und verläuft dann etwa von B an eine gewisse Strecke annähernd horizontal. Diese horizontale Partie nimmt zu mit der Expositionsdauer und dem *Gehalt der Lichtquelle an kurzwelligen Strahlen*. Dann fällt die Kurve allmählich gegen die violette Grenze hin. Abweichend verhält sich nur das Bogenspektrogramm, das auf dem absteigenden Ast gewöhnlich 1—2 Nebenmaxima aufweist, die, den Cyanbändern ihre Entstehung verdanken. Nach der Solarisation reicht die Kurve noch weiter nach rechts und bei BC bildet sich eine Einsenkung (Nr. 47), die immer tiefer und breiter wird (Nr. 53 u. 78). Es ist also zweifellos nicht nur in allen Teilen des sichtbaren, sondern auch in einem bedeutenden ultravioletten Bezirk reiche Stärkebildung möglich.

Trotz aller Mängel sind die Kurven ferner zuverlässig genug, um zu zeigen, daß die Ordinaten im Blau ebenso lang werden können, wie im Rot. Das ergibt schon das lichtschwache Glasgitter (Nr. 74), noch deutlicher demonstrieren es die lichtstärkeren Prismen (Nr. 61), besonders wenn die gesamte Optik aus Quarz besteht (Nr. 81, 100). Dabei sind die prismatischen Kurven nicht einmal auf das Normalspektrum reduziert und es muß das Resultat natürlich *noch viel augenfälliger* werden, wenn wir uns diese unerläßliche Korrektion ausgeführt denken. (Das kann nur ungefähr geschehen, da zu einer genauen Reduktion die Beziehung zwischen Lichtintensität und Assimilation besser bekannt sein müßte.) Vergleichen wir noch die gesamte Stärkebildung links von F mit derjenigen rechts von F, so folgt, daß unterhalb einer gewissen

Exposition rechts von F keine Stärke erzeugt wird, daß dann mit zunehmender Lichtmenge die Stärke rechts von F immer reichlicher wird, daß in einem gewissen Stadium die beiden Stärkemengen gleich sind und daß später (Nr. 78, 100) rechts von F sogar mehr Stärke vorhanden ist. Wenn also TIMIRIAZEFF mitteilt, daß die Schwärznng in der gelben, zur Schwärzung in der blauen Hälfte sich verhält wie 100 : 54, so ist das ein Zufallsresultat.

Besonderes Interesse verdienen noch die Kurven 61 (ca. 5 Stunden direkte Sonne), 54 (ca. $9\frac{1}{2}$ Stunden weiße Wolken) und 81 (ca. 9 Stunden blaues Himmelslicht). Sie zeigen, daß cet. par. die relative Stärkeproduktion durch Blau und Violett sich verhält: blauer Himmel $>$ weiße Wolken $>$ direkte Sonne.

Dies deckt sich mit den Angaben von KÖTTGEN[1]), wonach die relative Helligkeit von Blau und Violett ebenfalls für blauen Himmel $>$ weiße Wolken $>$ direkte Sonne.

Auffallend ist, daß das Schwärzungsmaximum in Sonne, Bogen- und Osramlicht annähernd an derselben Stelle liegt. Denn da für ein bestimmtes Blatt die inneren Faktoren (wie Absorptionsverhältnisse usw.) gegeben sind, muß die Lage des Schwärzungsmaximums von der Lage des Energiemaximums der betr. Lichtquelle abhängen. Nun liegt dieses Energiemaximum im Normalspektrum an folgenden Stellen: für die durch die Atmosphäre getretenen Sonnenstrahlen bei hohem Sonnenstand (nach LANLEY) bei 600 $\mu\mu$, für die Bogenlampe (KAYSER II 132) bei 700 $\mu\mu$, für die Nernstlampe (die der benutzten Osramlampe wohl am nächsten kommen dürfte) bei 1200 $\mu\mu$. Daß trotzdem das Schwärzungsmaximum im Bogen- und besonders im Osramlicht nicht wesentlich[2]) weiter links liegt als in der Sonne, beruht offenbar auf dem rapiden Fallen der Absorptionskurve links von B, so daß das Maximum der absorbierten assimilatorisch wirksamen Energie doch annähernd an derselben Stelle bleibt. Ähnliche Ursachen dürften bedingen, daß das Stärkemaximum in Prisma und Gitter auf BC fällt (Nr. 91 und 93; 104 und 74), obschon das Energiemaximum der gleichen Lichtquelle in Prisma und Gitter eine ganz andere Lage hat.[3])

---

1) E. KÖTTGEN, Unters. d. spectralen Zusammensetzg. versch. Lichtquellen. Wied. Ann. 58, 1894, p. 809.

2) Zum sicheren Nachweis geringer Differenzen waren meine Spektrogramme zu kurz.

3) Die Differenzen zwischen der bolometrischen (DONATH) und der photometrischen Absorptionskurve bedürfen einer Prüfung und Aufklärung.

6. Stärkebildung in anderen Blättern.

Impatiens gab in einigen orientierenden Versuchen ähnliche Resultate wie *Phaseolus*. Bei *Tropaeolum* waren die Versuchspflanzen wenig geeignet. Erwähnung verdienen noch einige Experimente mit roten *Coleus*blättern. Die Schwärzung blieb hier weder an Intensität noch an Ausdehnung hinter *Phaseolus* zurück und deckte sich durchaus mit dem kräftigen Wuchs unserer Exemplare. Sie war nach $3^1/_2$stündiger Osrambelichtung bis über F, nach $9^1/_2$stündiger Bogenbelichtung bis deutlich ins Ultraviolett vorgedrungen. Da der rote Zellsaft nach ENGELMANN[1]) besonders das Grün absorbiert, ist hier eine relativ geringere Schwärzung zu erwarten. Das scheint auch der Fall zu sein, doch sind diese Versuche zu spärlich, um für die Beurteilung solcher Differenzen eine sichere Grundlage zu bieten. Im großen und ganzen zeigt die Kurve jedenfalls den bekannten Verlauf.

7. Stärkebildung hinter einem Blatt.

CZAPEK, der in der neuen Auflage seiner Biochemie den heutigen Stand unserer Kenntnisse darlegt, schreibt über diesen Punkt (p. 535): „daß das Licht nach seinem Durchtritt durch ein Blatt bereits so geschwächt ist, daß keine Stärkebildung in dem bedeckten Blatte mehr zustande kommt.“ Die Untersuchungen von NAGAMATSZ[2]), auf die sich diese Angaben beziehen, wurden unter der Leitung von SACHS auf folgende Weise ausgeführt. Das obere Blatt wurde mit dem untern „so zusammengekoppelt, daß es einige Zentimeter hoch über ihm schwebte und daß das Versuchsblatt vollkommen durch jenes beschattet wurde, wobei nur wenig Licht von den Seiten her auf die untersuchte Blattfläche treffen konnte.“ „Das Gesamtresultat war nun, daß, wenn der Versuch früh morgens mit stärkefreien Blättern begann, und mehrere Stunden andauerte, das obere direkt beleuchtete Blatt reichlich Stärke bildete, während das untere (halbe) Blatt keine Stärke erzeugte.“ Die Protokolle zeigen, daß die Einzelversuche ebensolange, z. T. noch länger dauerten, als bei meinen Experimenten. Sie erfolgten ferner im Mai und Ende April, wo die Beleuchtungsverhältnisse im allgemeinen günstiger sind als zu meiner Versuchszeit (Oktober). Während ich die Resultate in keiner Weise anzweifle, muß ich die Schlußfolgerungen als falsch

1) ENGELMANN, Botan. Ztg. 45, 1887.

2) Arbeiten d. bot. Inst. Würzburg 3, 1887, p. 399, vgl. auch PFEFFER, Pfl. physiol. I, p. 329.

bezeichnen. Sie lauten: „Da die mikrometrische Messung ergab, daß keines der Blätter im Mesophyll dicker als 0,2 mm war, von welcher Ziffer nun noch die Dicke der beiden Epidermen abzurechnen ist, so ergibt sich, daß eine chlorophyllhaltige Gewebeschicht des Mesophylls von weniger als 0,2 mm Dicke im Stande ist, die Assimilationskraft der Sonnenstrahlen vollständig zu erschöpfen." Einleitend wird bemerkt, daß SACHS schon früher aus dem Umstande, daß die chlorophyllführenden Zellschichten nie dicker als 0,1—0,2 mm sind, den Schluß zog, es müßten so dünne chlorophyllhaltige Gewebeschichten die Assimilationskraft des auffallenden Sonnenlichtes vollständig erschöpfen.

Wie ich früher[1]) gezeigt habe, wird ein Blatt, das im Schatten eines anderen aufgestellt ist, cet. par. von umso weniger Strahlen getroffen, je weiter es von diesem Blatte absteht. Es beruht das darauf, daß die auf das obere Blatt parallel auffallenden Strahlen beim Austritte aus der Spreite diffus geworden sind. NAGAMATSZ konnte daher bei seiner Versuchsanordnung nur einen Bruchteil des durchgetretenen Lichtes ausnutzen. Um eine zuverlässige Antwort auf unsere Frage zu erhalten, muß man also die beiden entstärkten Blätter dicht aufeinander legen. Ich habe außerdem die Blätter (*Phaseols multifl.* an der Pflanze befindlich) so in einen lichtdichten Rahmen gespannt, daß das untere Blatt ausschließlich nur solche Strahlen erhalten konnte, die das obere passiert hatten. In Versuch 82 befanden sich die Blätter vor dem Fenster und wurden annähernd senkrecht auf die einfallenden Strahlen gehalten. In Versuch 87 befanden sie sich in fixer Lage im Innern des Zimmers hinter einem geschlossenen Südfenster, so daß die Sonnenstrahlen nur um die Mittagszeit die Spreite annähernd senkrecht trafen. In beiden Fällen bedeutet s das besonnte, sch das beschattete Blatt, o die Oberseite und u die Unterseite.

Die starke Schwärzung der beschatteten Spreite (siehe Tafel Versuch 82 und 87) beweist, daß bei *Phaseolus* die durchtretenden Strahlen zu einer intensiven Stärkebildung ausreichen. Besonders interessant ist Versuch 82. Einmal enthält hier die Oberseite des besonnten Blattes infolge Solarisation weniger Stärke als die Oberseite des beschatteten. Ferner ist das besonnte Blatt erst auf der Oberseite solarisiert, so daß die Unterseite noch sehr viel Stärke enthält. Auch bei dem beschatteten Blatt finden wir eine deutliche

1) A. URSPRUNG, Die physikal. Eigenschaften der Laubblätter. Bibl. Bot., Heft 60, 1903, p. 61.

Differenz zwischen Ober- und Unterseite, aber aus einem andern Grunde. Hier war das Licht durch die Absorption so geschwächt, daß es die Unterseite nur zu einer mittleren Stärkemenge brachte. Starke Schwärzungsdifferenzen zwischen Ober- und Unterseite, von denen früher die Rede war, sind also sehr wohl möglich.

Um zu prüfen, welche λ hinter einem Blatt Stärke bilden, ließ ich auf das Blatt ein Spektrum fallen unter Einschaltung eines Gefäßes mit alkohol. Chlorophyllösung vor den Spalt. Noch besser wäre es gewesen, die *Chlorophyllösung durch ein Blatt* zu ersetzen oder das Spektrum auf 2 übereinander liegende Blätter zu werfen; ich habe jedoch in allerdings nur wenigen derartigen Vorversuchen im hinteren Blatt keine Stärke gefunden, da das Licht infolge der Zerstreuung durch Prisma und Blatt zu schwach geworden war. Die Verwendung der Chlorophyllösung ist übrigens — wenn häufig erneuert — für diesen Zweck zulässig, weil die selektive Absorption hauptsächlich durch den Farbstoff bedingt ist. Das Resultat wurde schon früher erwähnt; es zeigt, daß die Schwärzungskurve im untern Blatt eine andere Gestalt haben muß als im obern. (Abb. Nr. 39, 43, 59.)

8. Schluß.

ENGELMANN stellte die Gleichung auf $E_{abs.} = E_{ass.}$, wonach die in Form von Licht verschwindende Energiemenge gleich ist der produzierten potentiellen chemischen Energie, unabhängig von der Wellenlänge und dem *Chromophyll*. Wollen wir diese Gleichung an Hand unserer Spektrogramme prüfen, so ist zunächst nochmals hervorzuheben, daß die Stärkeproduktion kein genaues Maß für die Assimilation sein kann, indem ja noch andere Stoffe entstehen und indem fortwährend auch Lösung erfolgt. Es hat übrigens schon ENGELMANN[1]) *selbst hervorgehoben, daß die Gleichung nicht* unbeschränkt gültig sein kann, denn ein gegebener Chloroplast vermag auch unter den besten Bedingungen die Assimilation nur bis zu einer bestimmten Grenze zu steigern. Dies wird, wie wir sehen, besonders deutlich durch die Solarisationserscheinungen demonstriert. Aber auch mit dieser Beschränkung erregt die Gleichung schon aus theoretischen Gründen Bedenken.

Die der Schwärzung zugrunde liegende Stärkebildung ist ein endothermer photochemischer Prozeß, der natürlich nur bei Ab-

1) ENGELMANN, Unters. über d. quantitativen Beziehungen zw. Absorption des Lichtes u. Assimilation in Pflanzenzellen. *Bot. Ztg.* **42**, *1884*. Farbe u. Assimilation. Bot. Ztg. **41**, 1883. Zur Technik u. Kritik d. Bakterienmethode. Bot. Ztg. **44**, 1886.

sorption erfolgen kann. Es ist auch zweifellos richtig, daß nur solche Strahlen Assimilationsarbeit leisten können, die vom Blatt absorbiert werden. Aber der Satz läßt sich nicht umkehren, denn nicht alle Strahlen, die absorbiert werden, leisten chemische Arbeit. Das gilt nicht etwa nur für Chlorknallgas oder alkoholische Chlorophyllösung, sondern auch für das lebende Blatt. Von der auffallenden Energie wird ein Teil reflektiert, ein Teil absorbiert, ein Teil durchgelassen. Von der absorbierten Energie dient wiederum nur ein — bekanntlich kleiner — Bruchteil zur photochemischen Arbeitsleistung. Es darf also jedenfalls in obiger Gleichung unter E_{abs} nicht die gesamte vom Blatte absorbierte Energie verstanden werden, sondern nur der zur Assimilation verwendete Bruchteil. Wie groß nun die zur Assimilation benutzte Energie für verschiedene λ ist, wissen wir nicht. Wir sollten dazu für jedes λ kennen, 1. die zur Assimilation verwendete Energie in Prozenten der auffallenden, 2. die auffallende Energie. Wird z. B. von λ_1 1 pCt. verwendet, von λ_2 0,5 pCt., so kann trotzdem die zur Assimilation benützte Energie für $\lambda_2 > \lambda_1$ sein; es braucht ja nur die auffallende Euergie für λ_2 etwa 100, für λ_1 etwa 20 zu betragen. Ferner ist zu bedenken, daß die Energiekurve der wichtigsten Lichtquelle, der Sonne schwankt; bei niedrigem Sonnenstand liegt das Maximum nach LANLEY bei ca. 700, bei höherem Sonnenstand bei ca. 600. Nur unter Berücksichtigung aller dieser Umstände erhält man brauchbare Werte für die bei der Assimilationsarbeit direkt in Betracht fallende absorbierte Energie. Daß mit dieser, bis jetzt unbekannten, Absorptionskurve die Assimilationskurve sich deckt, ist aber wieder nicht wahrscheinlich. Denn auch der photochemisch unwirksame Rest der absorbierten Energie kann durch Erhöhung der Blattemperatur, Beeinflussung der Transpiration etc. für die Assimilation Bedeutung haben. Jedenfalls fehlen uns zurzeit die Grundlagen, um die Anpassung der Pflanze ans Licht in so weitgehendem Maße beurteilen zu können, wie ENGELMANN wollte.

Wenden wir uns von den Versuchen im Spektrum zu den Verbältnissen in der Natur, so ist bei der Übertragung der Resultate Vorsicht geboten. Unser Befund, daß das Ultraviolett der Sonne Assimilation bewirken kann, beweist z. B. nicht, daß das Ultraviolett an der Stärkebildung stets einen nennenswerten Anteil hat. Der Fall ist leicht denkbar, daß im direkten weißen Sonnenlicht durch die Tätigkeit der BC-Strahlen Solarisation eintritt, bevor das Ultraviolett zu bedeutender Wirkung gelangte. Dies wäre bei noch intensiverem Licht in Vers. 74 eingetroffen. Die Gitterspektrogramme zeigen, daß im direkten Sonnenlicht BC die führende

Rolle hat; dieser Bezirk entscheidet über den Beginn der Stärkebildung und der Solarisation; die Tätigkeit aller anderen Strahlen wird unterbrochen, sobald BC inaktivierend wirkt. Anders verhält es sich im diffusen Licht. Hier scheint BC mehr und mehr die dominierende Stellung zu verlieren. Die Stärkebildung scheint sich gleichmäßiger über das Spektrum zu verteilen (Kurve 54, 81) und damit kommt der Gesamtheit der Strahlen eine immer größere Bedeutung zu. Ob auch diffuses Tageslicht zu solarisieren vermag, entscheiden meine Versuche nicht, jedenfalls könnte die Erscheinung erst viel später eintreten.

Die aus unsern Experimenten sich ergebende Anpassung an die natürlichen Beleuchtungsverhältnisse läßt sich etwa folgendermaßen zusammenfassen. Von den auffallenden Strahlen vermögen Stärke zu bilden der ganze sichtbare Bezirk und jedenfalls der Hauptteil des verfügbaren Ultraviolett, während das Infrarot unwirksam ist. Das Blatt ist also so eingerichtet, daß der Teil des Ultraviolett, der in der Natur zur Verfügung steht, zur Assimilation nützlich sein kann, während der durch Absorption der Erdatmosphäre fern gehaltene Rest schädlich bis tödlich wirken würde. Senkrecht auffallendes, direktes Sonnenlicht wird nur wenige Stunden ausgenützt, da bald Solarisation eintritt. Die Pflanze erweist sich somit einer so intensiven Insolation nicht angepaßt. Das ist offenbar zweckmäßig; denn würde das Bohnenblatt erst nach 9stündiger stärkster Besonnung das Stärkemaximum zeigen, so könnte unter normalen Verhältnissen nur wenig assimiliert werden. Die Pflanze scheint so eingerichtet, daß sie die gewöhnliche Beleuchtung den ganzen Tag ausnützen und damit genügend Assimilate bilden kann, und daß anderseits ausnahmsweise starkes Licht kein nennenswertes Plus erzeugt, aber auch nicht schädlich wirkt. Was endlich die grüne Farbe des Laubblattes betrifft, so ist sie zwar nicht so gewählt, daß alle wirksamen Strahlen gleich viel Stärke bilden, aber die Wirkung der verschiedenen Wellen ist im diffusen Tageslicht jedenfalls gleichmäßiger als in der direkten Sonne. Erwähnenswert erscheint noch ein Umstand, den ich auch in STAHLs interessanter Chlorophyllarbeit nicht beachtet fand. Die Mengen weißen Lichtes, die eine Fläche reflektiert, hängen cet. par. von der Färbung der Fläche ab. Nämlich[1]) weißes Papier = 1200, blaßgrünes = 300, gelbes = 150, dunkelgrünes = 100, rotes = 24, schwarzes = 15. Für eine Spreite, die auf solch reflektiertes Licht angewiesen ist, dürfte die grüne Farbe der umgebenden Blätter auch in diesem Sinne von Nutzen sein.

1) EDER l. c. p. 75.

Erklärung der Tafel I.

B. Photographie eines Blattes (Versuch Nr. 1) mit Spektrogramm

Nr. 1: Liliputgleichstrombogenlampe, Spektroskop II mit Glasprisma, mit Kondensor, Belichtung 6 Stunden.

Nr. 1 a = 17/8 nat. Gr.; Nr. 1 b = 7/8 nat. Größe.

Der Einschnitt sollte natürlich feiner sein.

C. Photographie von je 2 übereinanderliegenden Blättern, die unter einer Schablone belichtet wurden.

Nr. 87: Zwei Blätter dicht aufeinander gelegt in lichtdichtem Rahmen mit rundem Ausschnitt. Das untere Blatt kann nur Licht erhalten, welches das obere passiert hat. Einen Tag hinter geschlossenem Südfenster in fixer Lage exponiert, so daß Sonnenstrahlen um die Mittagszeit annähernd senkrecht auftreffen konnten. s = direkt besonntes, oberes Blatt, sch = darunterliegendes Blatt, das also nur Licht erhielt, welches s passiert hatte. o besagt, daß von jedem Blatt die obere, dem Licht zugekehrte Seite photographiert wurde.

Nr. 82: Zwei Blätter dicht aufeinander gelegt in lichtdichtem Rahmen mit rechteckigem Ausschnitt. Im allgemeinen wie bei Nr. 87. Aber den ganzen Tag der Sonne nachgedreht, so daß die Strahlen stets annähernd senkrecht auffielen.

s = direkt besonntes, oberes Blatt.

sch = darunter liegendes Blatt, das nur Licht durch s erhielt.

o = obere, dem Licht zugekehrte Seite des Blattes.

u = untere, dem Licht abgewendete Seite des Blattes.

---

7. Adolf Sperlich: Jod, ein brauchbares mikrochemisches Reagens für Gerbstoffe, insbesondere zur Darstellung des Zusammenhanges der Verteilung von Gerbstoff und Stärke in pflanzlichen Geweben.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 25. 1. 1917.)

Bei Versuchen, die angestellt wurden, um zu wissen, ob Jod als solches an der Bildung der in Form und Farbe mannigfaltigen Ballungen, die regelmäßig in gerbstoffhältigen Zellen bei Einführung von Organschnitten in Chlorzinkjod entstehen (der alten SANIOschen Gerbstoffreaktion[1]), beteiligt ist oder nicht, ergab sich, daß freies Jod in Spuren ohne Schädigung des lebenden Plasmas in die Zelle dringen kann und die im Zellsafte gelösten Gerbstoffe zur allmählichen Bildung fester, nahezu unangreifbarer und gut gekennzeichneter Körper von verschieden getönter brauner

1) C. SANIO. Einige Bemerkungen über den Gerbstoff und seine Verbreitung bei den Holzpflanzen. Botan. Zeitung, 21. 1863, S. 17.

Farbe veranlaßt[1]). Hierbei handelt es sich, wie vergleichende Reaktionen mit viel Wahrscheinlichkeit dargetan haben, um Oxydationsprodukte, die den Phlobaphenen nahe stehen oder vielleicht Phlobaphene sind. Zu deren Bildung dürfte das Jod dadurch Veranlassung geben, daß es aus Wasser Sauerstoff befreit oder nebenbei aus dem Moleküle des gelösten Gerbstoffes Wasserstoff bindet. So wird die gewöhnlich erst mit dem Tode gerbstoffhältiger Zellen einsetzende Weiterführung der in der lebenden Zelle unterbrochenen Oxydation noch bei lebendem Plasma wohl unter Mitwirkung oxydierender Enzyme ermöglicht.

Die stofflichen Umsätze, die über verschieden lösliche gefärbte Körper schließlich zu den fast unangreifbaren, den festen *braunen Borkenbestandteilen nahestehenden Produkten führen*, beanspruchen längere Zeit und erreichen nur dann ihr Ziel, wenn das Plasma die Exosmose des gelösten Stoffes solange verhindert, mithin solange nicht Schaden leidet, bis diese unlöslichen Produkte im Zellsaftraume ganz oder nahezu fertig sind. Hierzu ist erforderlich daß jede Konzentrationssteigerung der Jodlösung möglichst lange vermieden werde. Dies wird erreicht, wenn nach folgender Vorschrift vorgegangen wird:

In ein kleines, ungefähr 5 ccm fassendes Glasröhrchen (Stoffhälter) gibt man einen etwa 1 bis 2 qmm messenden Jodsplitter und gießt 1 ccm destilliertes oder Brunnenwasser darauf. Ohne durch vorheriges Schütteln eine raschere Lösung des Halogens erwirken zu wollen, werden die vorbereiteten, zunächst in Wasser liegenden lebenden Organschnitte in das noch völlig farblose Jodwasser eingeführt, wobei zu beachten ist, daß die Schnitte völlig untertauchen. Die Häufung von Schnitten im Röhrchen verdirbt die Reaktion; im allgemeinen ist es ratsam, bei Vorhandensein mehrerer Schnittproben eine entsprechende Anzahl von Gläschen bereitzustellen. Je nach der Schnittgröße empfiehlt es sich, höchstens 2 bis 4 Schnitte in ein Röhrchen zu bringen. Die Schnitte müssen sorgfältig ausgeführt werden und durch Waschung in Wasser von jeder anhaftenden Gerbstoffspur befreit sein. Gerbstoffe heben das Lösungsvermögen des Wassers für Jod bedeutend. Je sauberer der Schnitt, umso schöner die Reaktion; allzu dicke Schnitte beeinträchtigen die Reaktion in ähnlicher Weise, wie die Häufung von Schnitten in einem Röhrchen. Ist infolge von Luft, die in

1) Es herrschen hier bezüglich der Giftwirkung ähnliche Verhältnisse wie bei der von PFEFFER studierten Aufnahme giftiger Farbstoffe in die lebende Zelle (Ueber Aufnahme von Anilinfarben in lebende Zellen, Untersuchungen aus dem bot. Institute zu Tübingen, II. 1886—1888, S. 327).

größeren Interzellularen oder im Geflechte der Trichome festgehalten wird, ein Untertauchen der zarten Schnitte unmöglich, so muß die Luft vorher wenigstens so weit entfernt werden, daß die Schnitte im Reagens schweben. Das kann, um das zeitraubende Behandeln mit der Luftpumpe zu vermeiden, durch vorhergehendes kräftiges Schütteln in Wasser ohne Schädigung der Zellen bald erreicht werden. Die Schnitte verbleiben in dem vor jeder Erschütterung möglichst bewahrten, mit einem Korke verschlossenen Gläschen durch 12 bis 24 Stunden. Diffuses Tageslicht oder übliches Lampenlicht sind ohne merklichen Einfluß. Das Verweilen der Schnitte in der Flüssigkeit über die angegebene Zeit führt früher oder später zur Lösung des Gewebeverbandes. Nach Ablauf der Zeit, die für manche Objekte und zur Erzielung bestimmter Effekte auf 4 bis 8 Stunden gekürzt werden kann, gelangen die Schnitte aus der nunmehr völlig oder wenigstens in den unteren Teilen deutlich gelben Flüssigkeit zur Differenzierung in Alkohol. Eine Wiederverwendung der Jodlösung ist begreiflicherweise ausgeschlossen; wohl aber kann das zurückbleibende feste Jod nach gründlicher Spülung mit Wasser sehr oft zu weiteren Reaktionen, jedoch jedesmal mit erneutem Wasser, benutzt werden.

Alkohol entzieht den Schnitten das reichlich festgehaltene Halogen in verschiedenem Maße. Am raschesten entfärben sich die zunächst leuchtend gelben verholzten Membranen, es folgen das Plasma der gerbstoffreien Zellen, seine meist gut fixierten geformten Bestandteile (Zellkerne, Plastiden) und in weitem Abstande die ursprüuglich tiefschwarze Stärke. Eine Reihe durch Jod gefärbter Inhaltsstoffe, wie Öle und Harze, werden ganz oder teilweise gelöst; am hartnäckigsten halten unlösliche Fette, die braunen Borkenbestandteile, Kork und besonders kutinisierte Membranteile das Jod fest. In derart, je nach der beliebig ausdehnbaren Alkoholbehandlung, der man auch die Behandlung mit anderen Lösungsmitteln folgen lassen kann, und je nach den stofflichen Verhältnissen bald mehr, bald weniger, bald völlig entfärbten Schnitten bleiben die Gerbstoffe, in gefärbte, unangreifbare und deutlich erkennbare Körper verwandelt, im Saftraume der Zellen liegen. Bei nicht allzu lange ausgedehnter Alkoholbehandlung erscheinen neben den gelben bis braunen Abkömmlingen der Gerbstoffe auch noch die Stärkekörner in blauer Farbe. Gerade diese histologischen Bilder, die sich sowohl bei Wasser- als auch bei Glyzerinpräparaten oft durch Tage nur wenig ändern, sind besonders lehrreich. Ist die Alkoholbehandlung mit Rücksicht auf Inhaltsstoffe, die man lieber entfernt haben möchte, bis zur völligen

Entfärbung der Stärkekörner ausgedehnt worden, so läßt sich die Blaufärbung dadurch sehr bald wiederherstellen, daß dem Alkohol oder Wasser, in das die Schnitte übertragen wurden, einige Tropfen der üblichen Laboratoriumssalzsäure zugesetzt werden.[1]) Das Verfahren führt auch bei Präparaten zum Ziele, die nach einem bis zwei Tagen völlig entfärbte Stärke aufweisen.

Wurden bei der Durchführung der Reaktion alle mitgeteilten Vorschriften getreulich befolgt, so gibt der Charakter der Färbung und Fällung ungefähr ein Maß für die Menge der im Zellsafte gelösten Gerbstoffe — allerdings nur unter dieser Voraussetzung, da Plasmaalterationen auch mit Gerbstoff reich versehene Zellen zu weitgehender Entleerung ihres Inhaltes führen. Wir begegnen hier ähnlichen Verhältnissen wie bei der Reaktion mit Kalibichromat, für die seinerzeit KUTSCHER eine kolorimetrische Tabelle zusammengestellt hat.[2])

Bei jeder Form der Jodreaktion färbt sich nicht selten bald mehr bald weniger der Plasmaschlauch in gleicher oder anders getönter Farbe mit, was auf ein Eindringen noch löslicher Gerbstoffabkömmlinge gegen Ende des Reaktionsprozesses hinweist. Besonders klar wird hierdurch in gerbstoffhältigen, mit dickeren Membranen versehenen Zellen die Tüpfelung hervorgehoben und ich halte es für wahrscheinlich, daß nach einem entsprechenden Verquellungsverfahren für die Zellwand an dünnen Schnitten auch die Plasmodesmen sichtbar gemacht werden könnten.

Die durch die beschriebene Behandlung erzielten Gerbstoffabkömmlinge sind in jeder Form außerordentlich widerstandsfähig; die Schnitte vertragen daher jedes weitere Färbe- und Einschlußverfahren. Nur in vereinzelten Fällen fand ich eine allmähliche, oft mehrere Wochen benötigende Auflösung der Fällung in Glyzerin, so beispielsweise bei *Pelargonium*. Die Sauberkeit der Reaktion wird bei gleicher Auffälligkeit des Ergebnisses in Form und Farbe von keinem der üblichen Mittel erreicht. An Empfindlichkeit steht die Jodgerbstoffprobe infolge ihres allmählichen, längere Zeit benötigenden Verlaufes den üblichen Reagentien allerdings nach. Verwechslungen sind nur mit widerstandsfähigen Jodfettprodukten möglich.

---

1) Dies Verfahren entspricht ungefähr dem Nachweise von Jod, durch Stärkekleister, wie ihn MOLISCH bei Meeresalgen angewandt hat. Vgl. MOLISCH, Mikrochemie der Pflanze, Jena 1913, S. 78—82.

2) E. KUTSCHER, Über die Verwendung der Gerbsäure im Stoffwechsel der Pflanze. Flora 66. 1883, Taf. I.

Der größte Vorteil liegt in der gleichzeitigen und kontrastreichen Hervorhebung von Gerbstoffen und Stärke. Das daraufhin untersuchte, den verschiedensten Verwandtschaftskreisen der Blütenpflanzen entnommene Material ergab in zum Teil guter Übereinstimmung mit Befunden G. BERTHOLDs und seiner Schule,[1]) daß innerhalb einer Pflanze, zu deren Organisation die Speicherung beider Stoffe gehört, Gerbstoff und Stärke in der Regel in einer und derselben Zelle nicht aufgestapelt wird, daß in pflanzlichen Geweben, die aus beiderlei (gerbstoff- und stärkeführenden) Zellen zusammengesetzt sind, Speicherung und Abbau der beiden Stoffe sehr häufig parallel laufen und daß in inhaltlich homogenen Geweben oder Gewebezonen im Laufe der Entwicklung der eine Stoff dem anderen das Feld räumt.

Stehen die gewonnenen Einblicke in guter Übereinstimmung mit der Vorstellung, die E. FISCHER und K. FREUDENBERG[2]) über die nahen Beziehungen zwischen Gerbstoffen und Kohlenhydraten geschaffen und begründet haben, so bietet andererseits der zweifellos häufige Abbau der Gerbstoffe, sei es zugleich mit benachbarter Stärke, sei es vor neu auftretender Stärke, keinen Anhaltspunkt, aus dem irgendetwas gefolgert werden könnte, das sich nicht schon in der umfangreichen Literatur über diese Frage vorfindet oder der eine entscheidende Auswahl aus der kaum überbietbaren Zahl der geäußerten Meinungen und Vorstellungen gestattete. Zurückzuweisen ist indes die Auffassung, wonach alle Gerbstoffe bedeutungslose oder nur in verschiedenem Belange schützend wirkende Exkrete sein sollen.

Die ausführliche Arbeit in den Sitzungsberichten der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien.

Innsbruck, botanisches Institut der Universität, im Jänner 1917.

---

1) G. BERTHOLD, Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation, I. Leipzig 1898, II. 1904.

2) E. FISCHER u. K. FREUDENBERG, Über das Tannin und die Synthese ähnlicher Stoffe. Ber. der deutschen chemischen Ges. 45. 1912, S. 915 ff. und S. 2709 ff; weitere Arbeiten in den folgenden Jahrgängen.

8. H. Harms: Über die asiatische Meliaceen-Gattung Munronia Wight und eine verwandte südafrikanische Gattung.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 26. Januar 1917.)

Beim Einordnen neu hinzu gekommenen Materials der Meliaceen wurde ich mit zwei bemerkenswerten auf den Philippinen heimischen Arten bekannt, die kürzlich E. D. MERRILL genauer beschrieben und zur Gattung *Turraea* gestellt hat. Dabei fand ich gleichzeitig unter unbestimmtem Material eine südafrikanische Art desselben Verwandtschaftskreises der Melioideae-Turraeeae (H. HARMS in ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenfam. III. 4. (1896) 280), die meines Wissens noch nicht beschrieben ist; ich möchte sie als eine neue Gattung auffassen, die in der Mitte steht zwischen der kleinen, nur etwa ein Dutzend Arten zählenden indisch-malayischen bis in das mittlere China verbreiteten Gattung *Munronia* Wight und der größeren hauptsächlich im tropischen Afrika und im madagassischen Gebiet verbreiteten jedoch auch eine Anzahl Ausläufer (gegen 10) in das indisch-malayische Gebiet bis in das tropische Australien entsendenden Gattung *Turraea* L., deren Artenzahl auf nahezu 100 zu schätzen ist. Über die afrikanischen vgl. BAKER in Journ. of Bot. XLI. (1903) 8 und C. DE CANDOLLE in Ann. Conserv. Genève X. (1907) 123.

Die Meliaceen sind größtenteils Sträucher oder Bäume, oft von beträchtlicher Höhe; manche davon gehören, wie die Mahagoni-Bäume, zu den gewaltigsten Riesen des Tropenwaldes. Nur eine sehr geringe Anzahl[1]) sind niedrige Sträucher, kleine Halb-

1) L. DIELS (Jugendformen u. Blütenreife im Pflanzenreich (1906) 59) weist daraufhin, daß unter den Fällen „verfrühten" Blühens zwei auffällige Beispiele, *Swietenia* u. *Melia*, den Meliaceen angehören. Die Verschiebbarkeit des Verhältnisses von Blattentfaltung und Blütenreife scheint also in dieser Familie größer zu sein als anderswo. So liegt es nach ihm ganz im Bereiche der Wahrscheinlichkeit, daß bei den niedrigen halb-strauchigen Formen der Turraeeae eine eigenartige Kombination der beiden Prozesse herrschend geworden ist, ohne jedoch durchgreifende Geltung erlangt zu haben. Bei *Munronia* finden wir etwas höherwüchsige Sträuchlein und ganz niedrige Zwerg-

sträucher oder Stauden; solche zwergigen Formen, die so auffallend von der Mehrzahl ihrer Verwandten abweichen, finden wir in der Gruppe der Turraeeae, deren größte Gattung *Turraea* L. selbst ist. Die niedrigsten Formen der Familie enthält die Gattung *Munronia*; einige Arten werden nur 10—20 cm hoch. Ein kleiner Halbstrauch ist auch die verwandte monotypische Gattung *Naregamia alata* Wight et Arn. in Ostindien, von der es in Angola eine var. *africana* C. DC. (Monogr. Mel. (1878) 147) gibt, ausgezeichnet durch beiderseits dicht behaarte Blättchen der dreizähligen Blätter; nach WELWITSCH (HIERN, Catal. Afric. Pl. Welw. I (1896) 130; *Nelanaregam alata* O. Ktze. Rev. gen. (1891) 110 var. *β. africana*) ist die afrikanische Varietät ein 2—3 Zoll hohes rasig wachsendes Kraut mit vielköpfigem holzigem Wurzelstock oder ein niedriger Strauch mit 3zähligen Blättern und weißen Blüten, der in lichten Gehölzen wächst.

Die Arten der Gattung *Turraea* L. sind Sträucher oder Bäume, stets mit einfachen ganzrandigen oder eingeschnittenen Blättern; gerade an den einfachen Blättern ist diese Gattung leicht zu erkennen unter den übrigen Meliaceen, die meistens Fiederblätter haben, bei denen jedoch gelegentlich auch einfache Blätter vorkommen. Die beiden von MERRILL zu *Turraea* gerechneten Arten der Philippinen, *T. humilis* (Blanco) Merrill und *palawanensis* Merrill, scheinen mir nun schon in der Tracht, durch den niedrigen Wuchs (sie werden nur 20 cm hoch), dann auch besonders durch den krautigen tief geteilten Kelch sich viel eher an *Munronia* anzuschließen als an *Turraea*; sie stehen einer Art von Java sehr nahe, die man bisher stets zu *Turraea* gerechnet hat (*T. pumila* Bennett). Diese drei Arten stelle ich jetzt zu *Munronia*, sie unter einer eigenen Sektion zusammenfassend. Sie weichen von den echten *Munronia*-Arten besonders dadurch ab, daß die Blumenblätter wenigstens später frei voneinander sind, während sie bei den echten Munronien untereinander und mit dem unteren Teil der Staubblattröhre verwachsen sind; indessen ist das Merkmal bei den genannten 3 Arten nicht scharf ausgeprägt, da jedenfalls im Anfang des Blütenstadiums die Blumenblätter bei ihnen meist aneinander haften. Ferner unterscheiden sich dieselben 3 Arten von den meisten *Munronia*-Arten durch das Fehlen eines häutigen zylindrischen Diskus am Grunde des Fruchtknotens; ein solcher fehlt im allgemeinen bei

sträucher oder Halbsträucher, teils mit Fiederblättern, teils mit einfachen oder 3zähligen Blättern: die Gattung zeigt demnach die Blühbarkeit bei verschieden abgestufter Laubentwickelung in musterhafter Weise. Genauere Angaben über die Lebensverhältnisse fehlen leider noch.

Turraea[1]). — Die Philippinen besitzen übrigens eine echte *Turraea* mit völlig freien Blumenblättern in *T. membranacea* Merrill (in Philipp. Journ. Sc. IX. (1914) 306), die mit der indochinesischen *T. pubescens* Hellen. nahe verwandt ist (vgl. PELLEGRIN in Lecomte, Fl. génér. Indo-Chine (1911) 735; auch auf Java nach Koorders, Exkursionsfl. Java II. (1912) 438). Die übrigen für diese Inselgruppe beschriebenen *Turraea*-Arten gehören zu *Dysoxylum* (vgl. MERRILL in Bull. Nr. 27, Dep. Inter. Bur. of Governm. Laborat. (1905) 30).

Die unten beschriebene südafrikanische neue Gattung (*Nurmonia pulchella*; der Gattungsname ist ein Anagramm aus *Munronia*), besitzt in dem niedrigen Wuchse, der krautigen laubblattähnlichen Beschaffenheit des tief geteilten Kelches, der kleinen kopfigen die Staubblattröhre nicht oder kaum überragenden Narbe Merkmale, die sie der Gattung *Munronia* nähern und von *Turraea* entfernen. Dagegen unterscheidet sie sich von den echten *Munronia*-Arten durch die freien Blumenblätter, die sie mit *Turraea* teilt; ferner dadurch, daß die zwei Samenanlagen jedes Fruchtknotenfaches nicht übereinander (wie bei *Munronia*), sondern nebeneinander stehen. Collaterale Samenanlagen dürften bei *Turraea* die Regel sein. Diese Gattung hat meist eine aus der Staubblattröhre weit herausragende kopfige oder keulenförmige Narbe und meist einen nur in kurze Zähne geteilten Kelch, dessen Zipfel nur selten krautige Beschaffenheit zeigen, wie wir sie in der Regel bei *Munronia* finden. Ich konnte die südafrikanische Pflanze weder der einen noch der andern Gattung angliedern, und habe sie deshalb als eigene Gattung angesehen; im großen und ganzen aber scheint sie mir doch engere Beziehungen zu *Turraea* als zu *Munronia* aufzuweisen.

---

1) BENNETT (Pl. jav. rar. II. (1840) 180) hat die Merkmale der Gattungen *Munronia* und *Turraea* einander gegenübergestellt; diese Unterschiede gelten teilweise noch jetzt, jedoch haben sie sich seit der Zeit durch das Bekanntwerden einer großen Zahl von Arten etwas verwischt. — Das Fehlen oder Vorhandensein eines häutigen röhrenförmigen Diskus am Grunde des Ovariums bedingt keinen scharfen Unterschied zwischen *Turraea* und *Munronia*, da C. DE CANDOLLE eine *Turraea*-Art mit einem „discus intrastaminalis tubulosus" beschrieben hat, *T. tubulifera* C. DC. in Ann. Conserv. Jard. Genève X. (1907) 133 (Zanzibar). L. DIELS (l. c. 59) hebt mit Recht hervor, daß sich die Gruppe *Munronia-Turraea* nur sehr künstlich in zwei Gattungen trennen lasse. Eine Berücksichtigung gerade des Wuchses, wie ich es jetzt versucht habe, im Verein mit gewissen Blütenmerkmalen dürfte in diesem Falle zu einer einigermaßen natürlichen Scheidung führen; einen absolut scharfen Unterschied wird man nicht finden können.

Übersicht der Arten der Gattung *Munronia* Wight.

(Icon. (1839) t. 91).

Sect. 1. ***Eumunronia*** Harms in ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenfam. III. 4. (1896) 282. Blumenblätter mit der Staubblattröhre verwachsen, oberwärts frei. Diskus häutig, am Grunde des Fruchtknotens, meist röhrenförmig, kurz oder länger (dann auch den unteren Teil des Griffels umhüllend), selten fehlend. Blätter gefiedert, mit 3 oder mehr Blättchen, selten einfach.

1. ***M. unifoliolata*** Oliv. in HOOK. Icon. pl. (1887) t. 1709; DIELS in ENGLERs Bot. Jahrb. XXIX. (1901) 425.

China: Hupeh, Ichang (HENRY n. 2901, 3963). — Fast unverzweigter Halbstrauch von 5—15 cm Höhe mit einfachen länglichen ganzrandigen oder schwach gezähnten Blättern.

2. ***M. pumila*** (Moon) Wight, Icon. (1839) t. 91; HIERN in HOOK. f. Fl. Brit. India I. (1875) 543; C. DC. Monogr. Mel. (1878) 448; TRIMEN, Handbook to the Fl. Ceylon I. (1893) 242. — *Melia pumila* Moon, Cat. (1824) 35.

Ceylon: Felsige Orte im Flachland, häufig, doch nicht reichlich an den Standorten (nach TRIMEN). Von MOON schon 1819 gesammelt; liefert ausgezeichnetes bitteres Tonicum, einheimischer Name: Bin-kohomba. — Sehr kleiner unverzweigter Halbstrauch mit 10—20 cm hohem Stämmchen und 3zähligen Blättern, deren Endblättchen größer ist als die seitlichen; Blättchen ganzrandig oder grob gesägt bis gekerbt.

3. ***M. sinica*** Diels in ENGLERs Bot. Jahrb. XXIX. (1901) 425.

China: Nanchuan (BOCK u. VON ROSTHORN). — Stämmchen einfach oder wenig verzweigt, 10—15 cm hoch. Blätter 3zählig, selten 5zählig; vollständige Blüten unbekannt. Nach DIELS steht sie der *M. pumila* so nahe, daß sie trotz der Entfernung der Heimat mit ihr wohl zu vereinigen wäre, wenn sich die Blüten als identisch erweisen sollten. Sie unterscheidet sich vegetativ nur durch kleinere Blätter und die Kürze der Behaarung.

4. ***M. Henryi*** Harms n. sp.; suffruticulus nanus, caule lignoso simplici tenui brevi cicatricibus foliorum delapsorum notato; folia apice caulis conferta, rhachi cum petiolo 2,5—3 cm longa, pubescente vel puberula, foliola 3-juga cum impari, infima minima ovalia vel suborbicularia vel obovata, rotundata vel obtusa, saepe integra, 0,5—1 cm longa, media majora ovata vel oblonga vel obovata, obtusa vel rotundata, integra vel apice pauci-crenulata vel obtuse late serrulata, 1—2,5 cm vel ultra longa, suprema et terminale

lanceolata vel oblongo lanceolata, basi acuta vel obtusa (terminale basi acutum vel longe angustatum), apice acuta vel angustata vel obtusa, integra vel irregulariter grosse crenata vel apice lobulato-crenata, 3—7 cm longa, 1,5—3 cm lata, juvenilia subtus pubescentia supra praeter marginem et costam glabra vel parce pilosula, adulta subglabrescentia; flores albi solitarii vel saepe e pedunculo communi brevi gemini, 6—7 cm longi, pedicellis pilosis 7—12 mm longis, serius reflexis; calyx ad basin 5-lobus, lobis lanceolatis, pilosus, 2—3 mm longus; petala 5 cum tubo stamineo margine filamentoso connata, superne libera, oblongo-oblanceolata vel lanceolata, basi angustata, apice acuta, tubo 4—4,5 cm longo, parte libera 1,5—2 cm longa; antherae apiculatae, margine tubi insertae; ovarium villosum, stylo ima basi piloso ceterum glabro, stigmate parvo capitellato, disco tubuloso nullo (?).

China: Yunnan, Szemao (Henry n. 12202); Mengtze (Henry n. 12202 A). Ähnlich *M. sinica* Diels, von der *M. Henryi* durch die meist 7zähligen Blätter abweicht.

5. ***M. Delavayi*** Franchet in Bull. Soc. bot. France XXXIII. (1886) 451.

China: Yunnan (Delavay). — Von voriger Art verschieden durch kleine verkehrt-eiförmige bis fast rundliche im oberen Teil eingeschnittene stumpfe Blättchen in meist größerer Zahl von Paaren (3—5).

6. ***M. Robinsonii*** Pellegrin in Notul. syst. Paris II. (1911) 135.

Annam: Nha-Trang u. Umgegend (Robinson n. 1264. — III. 1911). — 10—15 cm hoher Halbstrauch mit Sternhaaren, Blättchen kleiner als bei *M. Delavayi*, 6paarig, länglich-verkehrt-eiförmig, teils ganzrandig keilförmig spitz, teils 3—5zähnig, behaart; Blüten behaart, 2 cm lang.

7. ***M. pinnata*** (Wall.) Harms. — *Turraea pinnata* Wall. Pl. as. rar. II. (1831) 21 t. 119; Bot. Reg. XVII. (1831) t. 1413. — *M. Wallichii* Wight, Illustr. (1841 - 50) 147; Bennett, Pl. jav. rar. II. (1840) 185; C. DC. Monogr. Mel. (1878) 449; Hiern in Hook. f. Fl. Brit. India I. (1875) 543. — *M. neilgherrica* Wight, Illustr. l. c. 147 t. 54.

Ostindien: Östl. Himalaya und Nilgherries. — Strauch, Blättchen ganzrandig oder etwas gewellt, 5—9, meist 7, lanzettlich bis länglich, spitz; Blüten hellrötlich, mit großem laubigen Kelch. Bei einem Exemplar von Meebold n. 12938 (Peermade Trav., Dec. 1910) sind die Blättchen im oberen Teil grob-gesägt. — Blühte 1830 in den Häusern der Horticultural Society (England)

aus Samen, die WALLICH 1828 geschickt hatte, der sie zuerst nach einem aus Silhet stammenden kultivierten Exemplar des Bot. Garten von Calcutta beschrieben hat.

8. ***M. javanica*** Bennett, Pl. jav. rar. II. (1840) 176 t. 38; C. DC. Monogr. Mel. (1878) 448; KOORDERS, Exkursionsfl. Java II. (1912) 438. — *Didymochiton littorale* Hassk. in Tijdschr. Natuurl. Geschied. X. 138 nach KOORDERS. — *Turraea pinnata* Reinw. ex Koorders, l. c.

Java, auf der ganzen Insel, aber nur in der Ebene, im lichten Regenwald, auch auf Kalkfelsen in der Nähe des Meeres. — Bis $1/2$ m hoher Halbstrauch, Blättchen 5, selten 3, eiförmig bis elliptisch, grobgezähnt oder lappig gezähnt. — Nach KOORDERS.

9. ***M. timoriensis*** Baill. Adansonia XI. (1874) 266; C. DC. Monogr. Mel. (1878) 449 u. in ENGLERs Bot. Jahrb. VII (1886) 461.

Timor. — Nach C. DE CANDOLLE gehört hierher folgendes Exemplar des Berliner Herbars aus Timor, Atapupu (NAUMANN — Mai 1875; kleiner Strauch im Buschwalde mit weißen Blüten). — Bis 30 cm hoher Strauch; Blättchen 9—11, eiförmig-elliptisch. Inflorescenzstiele sehr lang, mehrblütig.

Sect. 2. ***Pseudoturraea*** Harms. Blumenblätter anfangs mit der Staubblattröhre mehr oder weniger vereint, später frei und dann mit sehr langem schmalem Nagel. Staubblattröhre an der Spitze etwas umgerollt und in feine aufwärts gekrümmte Fädchen zerteilt; Antheren am oberen Rande sitzend. Diskus am Grunde des Fruchtknotens nicht röhrig, fehlend oder sehr kurz (?). Blätter einfach, wellig gezähnt oder gelappt. — Bei *M. pseudoturraea* sind die Petalen jedenfalls später frei, dasselbe gibt schon BLANCO für *M. humilis* an, wo sie anfangs mit der Staubblattröhre vereint sind, sich jedoch in der voll entwickelten Blüte loslösen; für *M. palawanensis* beschreibt sie MERRILL als unten verwachsen („corolla slender and tube-like below"). Vielleicht sind sie im Anfangsstadium der Blüte bei allen 3 Arten untereinander und mit der Staubblattröhre verklebt.

10. ***M. pseudoturraea*** Harms. — *Turraea pumila* Bennett, Pl. jav. rar. II. (1840) 183; C. DC. Monogr. Mel. (1878) 440; KOORDERS, Exkursionsfl. Java II. (1912) 438.

Java. — Zuerst von HORSFIELD gesammelt, dessen Exemplar ich nicht kenne. Dagegen glaube ich hierher ein von JAGOR n. 3 gesammeltes Exemplar des Berliner Herb. rechnen zu können etwa 10—15 cm hohe blühende Individuen, mit ungeteilten Blättern; vgl. L. DIELS, Jugendformen u. Blütenreife im Pflanzen-

reich (1906) 60). — Ein sehr kleiner Halbstrauch, nur bis $^1/_3$ m hoch (nach KOORDERS), Blätter einfach, eiförmig bis elliptisch-lanzettlich, wellig gezähnt. Scheint[1]) selten zu sein.

11. ***M. humilis*** (Blanco) Harms. — *Plagianthus humilis* Blanco, Fl. Filip. ed. 1. (1837) 526, ed. 2. (1845) 366; ed. 3. (A. NAVES) II. (1878) 315 t. 181. — *Turraea humilis* (Blanco) Merrill, Review of the ident. of the spec. descr. BLANCOs Fl. Filip. (1905) 30; u. in Philipp. Journ. Sc. IX. (1914) 308. — *Turraea pumila* F. Villar in Fl. Filip. Nov. append. IV. (1880) 41, non BENNETT.

Philippinen: nur auf Luzon (nach MERRILL), örtlich verbreitet u. selten.

12. ***M. palawanensis*** Merrill in Philipp. Journ. Sc. IX. (1914) 307.

Philippinen: Palawan. — Hat größere Blüten (4—4,5 cm lang) als vorige Art, bei der sie 3—3,5 cm lang sind; 20 cm hoher Halbstrauch.

Sect. 3. ***Philastrea*** (Pierre) Harms in ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenfam. III. 4. (1896) 282. Blüten klein. Blumenblätter im unteren Teil mit der Staubblattröhre verwachsen, behaart. Antheren innenseits etwas unterhalb des fein gezähnten Randes der Staubblattröhre befestigt. Discus fehlend oder kurz polsterförmig. Blätter meist einfach (selten daneben dreizählige), elliptisch oder eiförmig, gekerbt gesägt, behaart.

13. ***M. pauciflora*** (Pierre) Harms, l. c. 282; PELLEGRIN in LE COMTE, Fl. génér. Indo-Chine (1911) 725 fig. 78. — *Philastrea pauciflora* Pierre in Bull. Soc. Linn. Paris I (1885) 475.

Cambodscha: Prov. Samrong-tong, Berg Aral. — 10—15 cm hoher Halbstrauch, an *Melochia* erinnernd.

Nurmonia Harms n. gen.

Sepala 5, ima basi connata vel fere libera, foliacea, viridia, oblongo-lanceolata, obtusiuscula vel acuta, pubescentia. Petala 5, libera, spathulato-oblanceolata vel oblongo-oblanceolata, basin versus angustata, apice obtusa vel rotundata. Tubus stamineus tubulosus, extus glaber, intus villosulus, apice in lacinias 10 breves profunde

---

1) *T. Zollingeri.* C. DC. (Monogr. Mel. (1878) 441) von Java soll auch nur ein $^1/_3$ m hoher Halbstrauch sein (KOORDERS, l. c. 489); vielleicht gehört auch diese mir unbekannte Art in diese Gruppe, wogegen indessen der Kelch zu sprechen scheint.

anguste bifidas fissus, petalis brevius, antherae 10 inter fila laciniarum sessiles, lanceolatae, longe crassiuscule mucronatae. Discus brevis annularis ad basin ovarii. Ovarium sericeo-villosum, loculis 5, stylus hirsutus, stigmate parvo capitellato, haud vel vix exserto, vertice verruculas minimas 5 fusco-brunneolas gerente; ovula 2 in loculo collateralia, anatropa, micropyle supera. — Fruticulus nanus, caulibus pilosis. Folia simplicia, obovata vel oblongo-obovata, saepe obliqua, basi in petiolum brevem angustata, margine supra medium grosse paucicrenata vel obtuse serrata vel interdum brevissime late lobulata, apice ipso obtusa vel acuta, pubescentia (supra praeter marginem fimbriatum subglabrescentia). Flores axillares, solitarii, *pedicello piloso, fere medio bracteolis parvis lineari-lanceolatis obsito.*

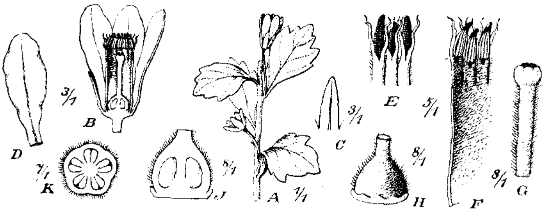


Abb. 1. *Nurmonia pulchella* Harms. A Stück des Stengels. B Blüte im Längsschnitt. C Kelchzipfel. D Blumenblatt. E Oberster Teil der Staubblattröhre. F Dieselbe von innen. G Griffel. H Fruchtknoten. I Fruchtknoten im Längsschnitt. K Derselbe im Querschnitt.

Nurmonia pulchella Harms n. sp. — Aus einem holzigen fast horizontalen oder schief aufsteigenden Stämmchen entspringen einige krautige, dünne, schlaffe, fein behaarte, beblätterte Stengel von 7—20 cm Höhe. Blätter grün im Herbar, weich, krautig, weichhaarig oder teilweise fast kahl, Stiel sehr kurz (2—4 mm), Spreite 1—3 cm lang, 0,7—2 cm breit, in der oberen Hälfte mit wenigen groben Kerben oder breiten kurzen Lappen. Blüten einzeln in den Blattachseln, auf 9—15 mm langem Stiel, etwa 9 mm lang, der Kelch 5 mm, die Petalen 8 mm lang. Blütenfarbe weiß oder rötlich. Die Staubblattröhre erinnert im Bau an die vieler *Trichilia*-Arten der Sektion *Eutrichilia.*

Südöstliches Kapland: Bei Kentani, Flußtäler, selten, 330 m. (A. PEGLER in Herb. BOLUS n. 730. — März 1903). — War mit Fragezeichen als *Turraea heterophylla* Sm. bestimmt, die jedoch (identisch mit *T. lobata* Lindl., nach BAKER in Journ. of Bot. XLI. (1903) 10), eine Art des westlichen tropischen Afrika (Cape Coast), ganz andere Blüten hat; in der Blattform ähnelt sie allerdings der südafrikanischen Pflanze durch die nicht seltene Ausbildung kurzer Lappen im oberen Teil des Blattes. Breitgekerbte oder kurz-gelappte Blätter hat auch die in Natal heimische *T. obtusifolia* Hochst.

Herrn J. POHL spreche ich für die Anfertigung der Abbildung besten Dank aus.

Sitzung vom 23. Februar 1917.

Vorsitzender: Herr O. REINHARDT.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen Herr

Gertz, Dr. **Otto**, Dozent an der Universität in **Lund** (durch H. NILSSON-EHLE und EINAR NAUMANN).

Der Vorsitzende verliest die Herrn Prof. v. VÖCHTING in Tübingen zu seinem 70. Geburtstage gewidmete Adresse.

Herr Geh. Rat CORRENS, der die Glückwünsche der Gesellschaft dem Jubilar persönlich ausdrückte, überreichte die Adresse:

Hochgeehrter Herr Professor!

Am 8. Februar vollenden Sie Ihr 70. Lebensjahr, in harter Zeit, die Ihnen neben der allgemeinen auch schwere persönliche Sorge gebracht hat und die Festfreude dämpft. Trotzdem stellt sich die *Deutsche Botanische Gesellschaft* bei Ihnen ein, um herzlich Glück zu wünschen und Ihnen für all das zu danken, was Sie auf unserem Arbeitsfeld für die deutsche Wissenschaft geleistet haben.

Hervorgegangen aus einer Gärtnerfamilie und selbst als Gärtner ausgebildet, wurden Sie durch ALEXANDER BRAUN der reinen Wissenschaft gewonnen; auch KNY und PRINGSHEIM waren Ihre Lehrer, so daß Sie in Ihrer Studienzeit vielseitige Anregung empfingen. Ihre frühesten Arbeiten behandelten anatomische und entwicklungsgeschichtliche Fragen; Sie berührten aber schon hie und da die Probleme, in deren Erforschung Sie weiterhin in erster Linie Ihre wissenschaftliche Lebensaufgabe gesehen haben. Es sind die Fragen der experimentellen Morphologie und Anatomie. Gleich Ihr erstes selbständig erschienenes, hochbedeutendes Werk, die Organbildung im *Pflanzenreich*, zeigt schon Ihre Eigenart voll entwickelt: die aufs Große zielende Fragestellung, das aufs Einzelne gehende, genau überlegte und mit ganz besonderem Geschick durchgeführte Experiment, die unabhängige Auffassung der Ergebnisse, wo sie der gerade herrschenden Ansicht widersprechen, und die gewählte Darstellungsweise.

Auf die Organbildung folgten andere Werke und Abhandlungen, nicht sehr groß an Zahl, aber alle von schwerem Gewicht für die Wissenschaft. Erst in Bonn, dann in Basel und endlich 30 Jahre lang in Tübingen haben Sie als Lehrer mit begeisterndem Vortrag auf die aka-

demische Jugend gewirkt. Nach außen wenig hervortretend und Stellungen mit größeren Amtsverpflichtungen abhold, haben Sie still der Forschung gelebt, in Ihrer Familie, am Mikroskop und unter Ihren Versuchspflanzen, mit deren jeder Sie ein fast persönliches Band verknüpft.

Als Sie Ihr erstes Werk veröffentlichten, galten physiologische Vorstellungen, die unter SACHS' und unter HOFMEISTERs, ja schon unter SCHLEIDENs Wirken als Reaktion auf die Lehre von der Lebenskraft entstanden waren und eine Zurückführung aller pflanzlichen Lebensvorgänge auf die chemischen und physikalischen Vorgänge der anorganischen Natur forderten. Wie einfach sich die Lebensvorgänge abspielen sollten, erfüllt die jüngeren unter uns jetzt mit Befremden und Staunen. Sie aber, hochverehrter Jubilar, haben von Anfang an und immer wieder hervorgehoben, wie neben den *äußeren Kräften*, die ihrer physikalischen und chemischen Natur nach bekannt sind, auch die inneren Kräfte, und darunter wieder die gestaltbedingenden „morphologischen" tätig sind, ohne sie doch als prinzipiell verschieden von den physikalischen und chemischen anzusehen. Höchste innere Komplikation des Lebensgetriebes war für Sie nicht gleichbedeutend mit unerforschbarer Lebenskraft.

Es ist nicht möglich, an dieser Stelle die wichtigsten Ergebnisse Ihres Forscherlebens auch nur annähernd aufzuzählen. Nur an einiges dürfen wir erinnern. Sie haben an der Hand der Regenerationserscheinungen den Gegensatz von Spitze und Basis bei den höheren Gewächsen nachgewiesen, jene Polarität, die durch die Wirkung der äußeren Einflüsse wohl verdeckt, aber nicht beseitigt werden kann. Im Zusammenhang damit stellten Sie als erster den Satz auf, daß die Funktion eines Organes von dem Orte bestimmt sei, an dem es entsteht, den Satz, auf den DRIESCH später so nachdrücklich hinwies. Später wiesen Sie durch Regenerationsversuche an Marchantiaceen und Transplantationsversuche an höheren Gewächsen die Polarität auch für die einzelne Zelle nach. Eine weitere Frucht dieser Untersuchungen war der experimentelle Nachweis, daß nahezu jeder Zelle eines Planzenkörpers die Fähigkeit innewohnt, den ganzen Organismus wieder hervorzubringen — eine Tatsache von fundamentalster Bedeutung.

Ihnen verdanken wir die Entdeckung der Fähigkeit eines durch Licht oder Schwerkraft gekrümmten Sprosses, sich am Klinostaten wieder gerade zu strecken und die Kenntnis der psychroklinen Reaktion von Laubsprossen auf Temperaturherabsetzung. Sie studierten eingehend die Bewegungen der Blüten und Früchte und zeigten für viele Fälle, wie der zygomorphe Blütenbau bald von äußeren Ein-

flüssen, bald von inneren Ursachen und von beiden zusammen abhängt. Sie halfen den Transversaltropismen zur Anerkennung und beschrieben einen der ersten Fälle lokaler Trennung von Reizperzeption und Reaktion. Ihre Untersuchungen deckten auch den Zusammenhang von Beleuchtung und Blütenbildung auf.

Wiederholt haben Sie sich in die morphologisch-physiologischen Probleme vertieft, die von den Reservestoffbehältern in so großer Mannigfaltigkeit geboten werden. Sie haben die äußeren und inneren Bedingungen für den Ort der Entstehung und das Wachstum der Knollen untersucht. Sie haben die Sproß- und Wurzelknolle in den Stamm eingefügt und dann ihre anatomischen Veränderungen studiert. Sie haben die Knollenbildung aus dem Sproß in die Wurzel oder das Blatt verlegt und durch diese und ähnliche Versuche die Kenntnis der Korrelationen wesentlich erweitert.

Ihre kritischen experimentellen Untersuchungen über Pfropfungen mit artungleichen Symbionten haben den Standpunkt in der Pfropfbastardfrage begründet, der heute gilt. Sie haben in der Blattstellungslehre wieder die inneren Ursachen neben die mechanischen Prinzipien gestellt, die sehr stark in den Vordergrund getreten waren.

Das letzte Werk, das Ihrer Feder entstammte, brachte auf dem Gebiete der experimentellen Anatomie, das Sie stets im Auge gehabt, und auf dem Sie schon manchen Erfolg zu verzeichnen hatten, eine Fülle neuer Tatsachen und zum Teil ganz überraschender Gedanken.

Durch diese und andere Untersuchungen haben Sie selbst Ihren Namen unverlöschlich in das Buch unserer Wissenschaft geschrieben. Wer aber Ihre Arbeiten kennt, weiß, daß das, was Sie uns gaben, nur ein Bruchteil dessen ist, was Sie untersucht haben. Indem die Deutsche Botanische Gesellschaft Ihnen noch für viele Jahre die alte Arbeitslust und körperliche Gesundheit wünscht, verbindet sie damit die Hoffnung, daß Sie im achten Jahrzehnt Ihres Lebens nicht nur noch recht viele angefangene Beobachtungsreihen erfolgreich zum Abschluß bringen, sondern auch noch ganz neue ersinnen und durchführen möchten. Das ist ihr aufrichtiger Wunsch.

Der Vorstand der
Deutschen Botanischen Gesellschaft.

S. SCHWENDENER. J. REINKE. HANS WINKLER.
M. O. REINHARDT. C. CORRENS. H. CONWENTZ. L. DIELS.
E. BAUR. H. HARMS. O. APPEL.

Mitteilungen.

9. R. von Wettstein: Studien über die systematische Gliederung von Cytinus Hypocistis L.

(Mit Taf. II.)

(Eingegangen am 31. Januar 1917.)

Auf Grund mehrfacher Beobachtung an Ort und Stelle ist mir das Aussehen des auf den Wurzeln von *Cistus villosus* L. auf den Inseln der nördlichen Adria vorkommenden *Cytinus Hypocistis* wohlbekannt. Umsomehr überraschte mich die Abbildung des *Cytinus Hypocistis* in dem durch seine, wenigstens in den Farben, naturgetreuen Abbildungen ausgezeichneten Buche STRASBURGERS „Streifzüge an der Riviera" (2. Aufl., 1904, S. 171), welche eine ganz anders aussehende Pflanze darstellte. Und als ich im April des Jahres 1913 in Tunis den daselbst auf dem Djebel Bou Kournin an *Halimium umbellatum* (L.) Spach vorkommenden „*Cytinus Hypocistis*" sah, der wieder von den beiden erwähnten Pflanzen stark abwich, da drängte sich mir die Vermutung auf, daß *Cytinus Hypocistis* reicher gegliedert sein könnte, als man dies bisher zumeist annahm, daß insbesondere seine Gliederung, was auch schon früher mehrfach angenommen wurde, mit dem Parasitismus auf verschiedenen Nährpflanzen im Zusammenhang stehen dürfte. Ich wurde zu einer Untersuchung des Gegenstandes umsomehr angeregt, als bei Durchsicht der Literatur sich zahlreiche irrtümliche Angaben fanden, und die neueste monographische Bearbeitung der Rafflesiaceen (SOLMS-LAUBACH, H. Graf zu in ENGLER, A., Das Pflanzenreich, IV., 75, 1901) über *Cytinus* recht dürftige und zum Teil irrtümliche Angaben brachte.[1])

Die vorliegende Mitteilung über das Ergebnis meiner Untersuchung betrachte ich nicht als abschließend. Der Erhaltungszustand, in dem *Cytinus Hypocistis* in den meisten Herbarexemplaren vorliegt, das häufige Fehlen von Angaben über die Blütenfarbe und die Nährpflanzen machen es unmöglich, auf Grund von Herbarmaterialien zu abschließenden Ergebnissen zu gelangen. Studien

1) Zu den dort erwähnten Arten kommt noch *C. capensis* Marl. in Trans. Roy. Soc. S. A. Vol. II, 1912, und The flora of South Africa Vol. I, 1913.

an Ort und Stelle, Beschaffung von Material aus den verschiedenen Teilen des Mediterrangebietes war aber aus naheliegenden Gründen in den letzten Jahren ausgeschlossen. Ich hoffe vor allem, durch meine Mitteilungen zu weiteren Beobachtungen anzuregen.

LINNÉ hat unseren *Cytinus Hypocistis* als *Asarum Hypocistis* in Spec. plant. ed. 1. Tom. I. 1753, p. 442 beschrieben. Der Name der Gattung *Cytinus* und die Namenskombination *C. Hypocistis* stammt aus LINNÉ Systema naturae ed. XII., Tom. II, 1767, p. 402. Aus den von LINNÉ angegebenen Zitaten ist mit Sicherheit zu entnehmen, daß er wenigstens zwei der im folgenden erwähnten Formen zusammenfaßte; es wird dadurch formell motiviert, was mir sachlich am meisten berechtigt erscheint, den Namen *Cytinus Hypocistis* L. als Sammelnamen beizubehalten und die bisher festgestellten Formen als Subspecies oder Rassen ihm, wenigstens vorläufig, unterzuordnen.

I. Am verbreitesten im Mediterangebiete ist eine Form von *Cytinus Hypocistis*, welche durch relativ kleine, die Bracteen und Vorblätter zur Zeit der Vollblüte[1]) nicht viel überragende Blüten, durch ocker- bis hellgelbe Perianthien, gelbliche oder orangefarbige oder ± scharlachrot überlaufene Stengelblätter, Bracteen und Vorblätter ausgezeichnet ist. Die Bracteen, Vorblätter und Blüten sind ± dicht mit kurzen stumpflichen Haaren besetzt. (Vgl. Taf. II, Fig. 5—8.)

Es ist dies zweifellos die Form, welche GUSSONE I. im Florae Siculae synops. Vol. II, Pars. 2, 1844, p. 618, als *C. Hypocistis* a. *ochraceus* bezeichnete, und die ich deshalb als **Subspecies *C. ochraceus* Guss.** fortan nennen will.

Wohl dieselbe Pflanze hat schon CLUSIUS in Rar. plant. hist. 1601, p. 79 (von LINNÉ a. a. O. zitiert) angegeben und in Rar. aliquot stirp. p. Hisp. observ. hist. 1576, p. 161 als *Hypocistis varia* beschrieben. Andere Synonyme sind: *Hypocistis lutea*, FOURREAU Catal. d. pl. du cours du Rhone (Ann. d. l. Soc. Linn. d. Lyon. Nouv., Ser. XVII, 1869, p. 148) non CLUSIUS und *C. Hypocistis* var. *lutea*, Briq. Prodrom. d. fl. Corse I, 1910, p. 438.

Was die Nährpflanzen dieses *C. ochraceus* anbelangt, so habe ich zunächst in dem mir vorliegenden Herbarmaterial nur die weiß blühenden Arten der Sektionen *Stephanocarpus* und *Ledonia* (vgl. GROSSER in ENGLER, A., Pflanzenreich IV., 193, 1903) *C. mons-*

1) Bei der Beurteilung der Blütenlänge ist sehr auf diesen Umstand zu achten; die Perianthien bleiben nach dem Verblühen lange erhalten, verlängern sich häufig und werden insbesondere bei den ♀ Blüten durch das Heranwachsen des Fruchtknotens stark über die Bracteen emporgehoben.

peliensis L. und *C. salvifolius* L. konstatieren können. Dabei berücksichtigte ich, um sichere Ergebnisse zu gewinnen, nur Exemplare, bei denen eine Probe der Nährpflanze vorlag. Ich sah solche Exemplare aus Südfrankreich, Spanien, Italien.[1]) Der *C. ochraceus* ist aber im Mediterrangebiet, besonders im westlichen, gewiß verbreiteter.

Verläßliche Literaturangaben bestätigen diesen Befund. Schon Clusius (Rar. plant. hist. 1601, p. 79) gibt seine *Hypocistis varia* auf „Ledon V", d. i. *Cistus monspeliensis* an[2]). Gussone (l. c.) betont ausdrücklich, daß sein *C. Hyp.* a. *ochraceus* auf Sizilien, Alicuri, Panaria, Lipari und Pantellaria nur auf *Cist. monspeliensis* und *C. salvifolius* vorkomme; dasselbe sagt Fourreau (l. c.). J. Gay, welcher den Unterschied zwischen der hier besprochenen Form und dem *C. kermesinus* klar erkannte (Bullet. de la Soc. bot. de France X, p. 310, 1863), nennt als Nährpflanzen *C. monspeliensis* und *C. salvifolius*[3]), was für Sardinien von P. Ascherson (Bull. de la Soc. bot. de France XI, 1864, p. 331) bestätigt wurde. E. Ray Lankaster (The Gard. Chron. 1908 p. 341) hat bei Hyères deutlich die beiden Formen *ochraceus* und *kermesinus* unterschieden und ersteren nur auf *C. salvifolius* und *C. monspeliensis* beobachtet.

Auch Arcangeli (Comp. della flora Ital. 1882, p. 611 und in Atti d. Congr. intern. bot. Firenze 1874, p. 155) gibt den gelb blühenden *C. H.* auf den beiden genannten Arten an. Bicknell, C. (Flowering plants and ferns of the Riviera 1885) erwähnt, daß *Cytinus* an der Riviera an den Wurzeln von *C. monspeliensis* und *C. salvifolius* vorkommt; daß der dort wachsende *Cytinus C. ochraceus* ist, geht aus der schon erwähnten Abbildung Strasburgers hervor, aber auch aus brieflichen Mitteilungen des bekannten guten Kenners der Riviera, Herrn A. Berger[4]).

In Sibthorp Flora Graec. X, 1840, t. 938, wird *C. ochraceus* in Verbindung mit *Cistus salvifolius* dargestellt. W. H. Hooker

---

1) Von ausgegebenen Exsiccaten gehören hierher: **Schultz**, Herb. norm. Nov. Ser. Cent. 21, Nr. 2069 (Narbonne; Aude; V., 1884); leg. **Neyra**).

2) „Ledon V" in Rarior. aliquot. stirp. p. Hisp. observ. hist. 1575 ist *C. Clusii* und in Rar. plant. hist. als „Ledon VI" abgebildet.

3) Die übrigen dort erwähnten Nährpflanzen kommen hier nicht in Betracht, da sie sich nicht oder nicht sicher auf *C. ochraceus* beziehen.

4) Brief vom 8. Jänner 1917. „An der Riviera ist *Cytinus* nicht häufig. Nur auf Kap Martin habe ich ihn in größerer Menge gesehen, z. B. im Garten der Kaiserin Eugenie und an anderen Stellen. Diesseits der Grenze kam er nicht mehr vor. Nur einmal traf ich ihn dort auf *Cistus salvifolius*, ziemlich hoch im Gebirge. Am Kap Martin wuchs er nur auf *C. monspeliensis*. Alle *Cytinus*, die ich gesehen habe, gehörten der *F. ochracea* an, d. h. sie hatten gelbe Blüten und gelbe, rote, oft hochrote Bracteen."

(Exotic flora Vol. III, t. 153, 1827) bildet zweifellos *C. ochraceus* auf *C. monspeliensis* ab, nach Exemplaren, welche er von DELILE aus Montpellier erhielt. L. REICHENBACH (Icon. flor. Germ. et Helv. XI., 1849) hat die Abbildung HOOKERS mit einigen Modifikationen kopiert; wenn er im Text sagt: „in *Cisti* imprimis *C. salvifolii* et *villosi* radicibus insidens", so ist dies darauf zurückzuführen, daß er, wie aus den Standortsangaben hervorgeht, die Pflanze der adriatischen Inseln, welche auf *C. villosus* vorkommt, irrtümlicherweise mit der HOOKER'schen Pflanze identifizierte.[1]) Auch die Abbildung in SOLMS-LAUBACH (l. c.), welche *Cytinus* in Verbindung mit *C. monspeliensis* zeigt, möchte ich hier als Beleg zitieren, wenn auch die charakteristischen Eigentümlichkeiten des *C. ochraceus* in der Figur nicht gut zu erkennen sind. In gewissem Sinne ist eine Bestätigung für das Vorkommen der *C. ochraceus* auf den beiden mehrfach genannten *Cistus*-Arten eine Bemerkung, welche BATTANDIER und TRABUT (Flore anal. et synopt de l'Alg. et de la Tun. 1902) p. 297 der Erwähnung des *C. H.* hinzufügen: „fleurs jaunes sur les Fumana, j a u n â t r e s s u r l e s c i s t e s à f l e u r b l a n c h e , roses et blanches sur les cistes a fleur rouge". *C. salvifolius* und *monspeliensis* sind w e i ß b l ü h e n d. Eine Bestätigung der vorliegenden Angaben über die Nährpflanzen von *C. ochraceus* erhielt ich schließlich in jüngster Zeit durch Herrn Dr. F. KNOLL. Im Herbarium der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien erliegt ein Exemplar von *Cytinus*, welches je ein Stück des *C. ochraceus* und des *C. kermesinus* enthält. Die Etikette lautet: „Auf Wurzeln von *Cistus salvifolius* und *viscosus* (soll wohl heißen *villosus*! WETTSTEIN). *Auf der Halbinsel Punta d'Ostro und in dem Gebiete* von ganz Castelnuovo." Nebenbei bemerkt, der einzige mir bisher vorliegende Beleg über das Vorkommen der *C. ochraceus* in Dalmatien.[2]) Ich schrieb deshalb an Herrn Dr. KNOLL, welcher sich seit mehr als einem Jahre in der Bocche di Cattaro aufhält, und ersuchte ihn um Mitteilungen über eventuelle Beobachtungen an *Cytinus*. Seine Antwort lautete (Brief vom 15. Januar 1917): „Ich habe im Vorjahre *Cytinus* hier sehr häufig gesehen und es fiel mir auf,

---

1) Ich sah in der Bibliothek des Wiener Hofmuseums ein koloriertes Exemplar der Icones aus dem Besitze REICHENBACHS. Die Abbildung weicht von der HOOKER'schen, abgesehen von der anderen Gruppierung, auch durch die zinnoberrote Färbung der Bracteen ab, welche HOOKER ganz gelb dargestellt hatte; auch diese Abweichung könnte durch die Rücksichtnahme auf die adriatische Pflanze erklärt werden.

2) Ein von ALSCHINGER bei Zara gesammeltes Exemplar (Herb. Hofmus. Wien) ist mir wegen zu schlechten Erhaltungszustandes zweifelhaft.

daß zwei deutlich verschiedene Formen auftreten. Eine mit elfenbeinweißer Blütenfarbe und eine, deren Grundfarbe ein sattes Chromgelb ist.[1]) Die roten Teile der elfenbeinfarbigen Blütenstände sind kirschrot, die der chromgelben dagegen orangerot. *C. H.* kommt hier auf *Cistus villosus* und auch auf *C. salvifolius* vor. Da diese Cistrosensträucher oft eng nebeneinander wachsen, konnte ich nicht immer sicher sagen, auf welcher Art die betreffende *Cytinus*-Pflanze schmarotzte, doch scheint die chromgelbe Form nur auf *C. salvifolius* vorzukommen."

Im Gegensatze zu diesen Angaben fand ich in der Literatur keine sichere Angabe über das Vorkommen des *C. ochraceus* auf einer anderen Cistaceen-Art. Die Literaturangaben, welche sämtliche Formen der *C. H.* zusammenfassen, kommen naturgemäß hier nicht in Betracht.

Demnach scheint *C. Hypocistis subsp. ochraceus* jene Subspecies oder Rasse zu sein, welche speziell auf *Cistus monspeliensis* und *C. salvifolius* parasitisch wächst.

Ob noch andere Arten als Nährpflanzen in Betracht kommen, kann ich nicht sagen, da mir dafür jedweder sichere Beleg fehlt; zu vermuten wäre *C. ochraceus* eventuell zunächst noch auf *C. hirsutus* Lam. und *L. populifolius* L., welche nach GROSSER ebenfalls zur Sektion „Ledonia" gehören[2]).

II. Seit langem bekannt ist unter dem Namen *kermesinus* eine Form von *C. H.*, die aber bezüglich ihrer Merkmale und ihres Parasitismus nicht ganz geklärt ist. Sie unterscheidet sich von *C. ochraceus* durch die elfenbeinweißen, selten an der Außenseite rötlichen Blüten und durch die karmin- bis kirschroten Stengelblätter, Bracteen und Vorblätter. Die Pflanze ist in der Regel höher und schlanker, die Blüten ragen zur Zeit der Vollblüte noch weniger über die Bracteen hervor. Kräftige Exemplare sind zudem meist reichblütiger als solche von *C. ochraceus.* (Taf. II, Fig. 9—12).

Der älteste für die Pflanze anwendbare Namen ist *C. H.* b. *kermesinus,* Gussone florae siculae synops. Vol. II, Pars 2, 1844, p. 618. GUSSONE meinte sicher unsere Pflanze, wenn auch das von ihm hervorgehobene Merkmal „corollarum tubo constricto" im

---

1) Diese letztere Form ist *C. ochraceus*, die erstere ist der sofort zu besprechende *C. kermesinus*!

2) Im Herbare des Berliner botanischen Museums liegt ein von HEGELMAIER 1873 auf der Insel Majorea gesammeltes Exemplar mit der Bemerkung „*Helianthemo umbellato insidens*", doch fehlt ein Belegstück der Nährpflanze.

Gegensatz zu „tubo non constricto" bei *C. H. a. ochraceus* nicht stimmt.[1]) Ich will daher die Pflanze als **Subspecies *C. kermesinus*** nennen.

Ein älterer, nur nicht verwendbarer Name ist *Hypocistis rubra* Clus. (Rar. stirp. p. Hisp. observ. hist p. 134, 1576), den auch FOURREAU (l. c.) übernommen hat. Ueberflüssigerweise hat NYMANN (Conspect. flor. Eur. 1881, p 645) der Pflanze den Namen *C. Clusii* gegeben.

In bezug auf die Nährpflanzen kann ich folgendes mitteilen: Ich selbst habe *C. kermesinus* lebend nur auf *Cistus villosus* L. gesehen (Lussin piccolo April 1890; Dalmatien, Insel Kurzola April 1914); alle von mir gesehenen Herbarexemplare, welche den Parasiten in Verbindung mit der Nährpflanze aufwiesen, zeigten *C. villosus* L. oder eine der von GROSSER (Pflanzenreich IV, 193) zu *C. villosus* gestellten Formen, also *Cistus* mit roten Blüten aus der Sektion *Eucistus* Spach.

In der Literatur finde ich folgende Angaben: CLUSIUS (l. c.) erwähnt als Nährpflanze seinen „*Cistus mas I*", d. i. *C. albidus* L., gleichfalls eine rotblühende Art der Sektion *Eucistus*. GUSSONE (l. c.) nennt als Nährpflanzen *C. villosus* und *C. creticus* (nach GROSSER Varietät von *C. villosus*) und sagt: „forsan species propria et ulterius observanda, nam praeter characteres notatas, nonnisi ad radices *Cisti villosi* vel *cretici*, et nunquam ad illas aliorum provenit." GAY (l. c.) berichtet, daß BARRANDON den *C. kermesinus*, auf den sich seine Abhandlung bezieht, auf *C. albidus* bei Montpellier sammelte; ASCHERSON (Bull. d. l. soc. bot. de

---

1) *Auch sonst finde ich bezüglich der Merkmale vielfach nicht zutreffende* Angaben (vgl. auch K. FRITSCH a. a. O.). GAY (l. c.), welcher den Unterschied zwischen *C. ochraceus* und *C. kermesinus* schon sehr gut erkannte, bezeichnete die Blüten des letzteren auf Grund südfranzösischer Exemplare als kahl. Ich habe südfranzösische Exemplare mit auffallend wenig behaarten Blüten gesehen und werde auf die Bedeutung dieses Umstandes noch zurückkommen; aber als allgemein gültiges Merkmal läßt sich die Kahlheit unmöglich angeben. Auf die Angabe GAY's und auf die Miteinbeziehung des kahlen *C. canariensis* ist es wohl zurückzuführen, wenn später bei Erwähnung des *C. kermesinus* so häufig die kahlen Blüten oder wenigstens die kahle Columna derselben hervorgehoben wurden, so z. B. bei SOLMS-LAUBACH (a. a. O.), bei ASCHERSON und GRAEBNER (Synopsis IV. Bd., S. 691). ARCANGELI (Compendio della flora Ital. 1882, p. 611) nennt die Blüten von *C. kermesinus* „rosei o purpurei o rosseggianti"; die Blüten sind r e i n w e i ß , nur selten an der Außenseite der Perianthblätter etwas rötlich. Zur Bezeichnung der Blüten als „rot" können leicht die zwischen den Blüten oft hervorragenden roten Vorblätter verleiten.

France XI, 1864) sammelte ihn bei Aritzo auf Sardinien auf *C. villosus.* FOURREAU (Catal. d. pl. du cours d. Rhone p. 148) nennt als Nährpflanze seiner *H. rubra* den *Cistus albidus*; ROUY (Flore de France XII, 1910, p. 294) sagt bezüglich des Vorkommens von *C. H. β kermesinus*: „surtout sur le *Cistus albidus*"; ARCANGELI (Comp. della fl. Ital. 1882, p. 611) bezeichnet als Nährpflanzen des *C. kermesinus*: *C creticus* und *villosus*; in FIORI, A. et PAOLETTI, G. (Flora anal. d'Italia Vol. I, 1896—98, p. 288) finden wir die Stelle: „soltanto sul *C. incanus*", dieser „*C. incanus*" ist aber nur eine andere nomenklatorische Bezeichnung für das, was ich hier nach GROSSER *C. villosus* nenne.[1])

K. FRITSCH (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch., Wien, CXXI, S. 992) und G. v. HAYEK (Oesterr. bot. Zeitschr. 1912, S. 238) untersuchten *Cytinus* blütenbiologisch und geben *C. kermesinus* auf *C. villosus* an. SOLMS-LAUBASCH (l. c.) nennt als Nährpflanze *C. albidus*, ebenso ASCHERSON und GRAEBNER (Synopsis IV.); die beiden Angaben gehen vielleicht auf GAY zurück, den SOLMS zitiert; in der Mitteilung ASCHERSONS und GRAEBNERS soll es sicher „*C. villosus*" heißen, da *C. albidus* auf den istrianischen Inseln nicht vorkommt. E. RAY LANKASTER (l. c.) gibt als Nährpflanze *C. albidus* an. Schließlich stimmt auch die schon erwähnte Angabe in BATTANDIER und TRABUT mit dem Vorkommen des *C. kermesinus* auf rotblühenden *Cistus*-Arten (alle als Nährpflanzen sichergestellte Arten der Sektion *Eucistus* sind rot blühend) überein.

Somit geht aus meinen Beobachtungen und aus den Angaben der Literatur hervor, daß auch der Parasitismus von *C. kermesinus* spezialisiert ist, daß er auf den Wurzeln der rotblühenden Arten der Sektion *Eucistus* vorkommt. Nachgewiesen ist dies für *Cistus albidus* und für *C. villosus* s. l.

Bezüglich der Verbreitung des *C. kermesinus* kann ich mitteilen, daß ich ihn aus Spanien, Südfrankreich, Korsika, Sizilien, Sardinien, Italien, von den liparischen und adriatischen Inseln[2]),

1) Vgl. auch JANCHEN, E., Die Cistaceen Oesterreich-Ungarns in Mitteilung. d. Naturw. Verein. a. d. Univ. Wien 1909.

2) Sichere Standorte: Istrien: Lussin (TOMMASINI!, J. KERNER!, NOE!, WITTING!, WETTSTEIN!, M. F. MÜLLNER!, HAYEK!, JANCHEN!, HANDEL-MAZZETTI! u. v. a.), Cherso (NOE!). — Dalmatien: Lesina (BOTTERI!), Brazza (Herb. PORTENSCHLAG!, Herb. HOST!), Kurzola (BOTTERI!, WETTSTEIN!); — Punta d'Ostro und Castelnuovo (STUDNIČKA). — Corfu (UNGER!, SPREITZENHOFER!, RECHINGER!), Cephalonia (SPREITZENHOFER!). — Ob in Istrien überhaupt *C. ochraceus* vorkommt, ist noch ungeklärt, aber wahrscheinlich. Diesbezüglich kommt vor allem die Gegend von Pola in Istrien in Betracht. 1876 sammelte daselbst MARCHESETTI einen *Cytinus*

aus Dalmatien, Griechenland, der Türkei und Kleinasien sah[1]).

Die einzige Angabe, welche dem eben mitgeteilten Ergebnis, betreffend die Spezialisierung des Parasitismus von *C kermesinus* widerspricht, finde ich bei J. BRIQUET in Prodrom. de l. flore Corse I. 1910, p. 438. Er sagt dort: „Nos observations ne confirment pas l'opinion emise par FOUCAUD et SIMON (Trois sem. herb. Corse 1898, p. 157) relativement a la localisation de cette varieté sur les *Cistus villosus* et *corsicus*" und führt *C. H. var. kermesinus* bei Cateraggio auf *Cistus monspeliensis* an. Ich schätze BRIQUET zu sehr als Beobachter und Systematiker, als daß ich ohne weiteres einen Irrtum annehmen möchte; vielleicht lag ihm aber doch nur eine etwas abweichende Form von *C. ochraceus* vor; zu dieser Vermutung bestimmt mich der Umstand, daß in seiner Charakteristik ein paar Bemerkungen stehen, die doch auf den typischen *kermesinus* nicht ganz passen („bractees plus longues, d'un rouge vif au sommet"[2])

Eine gute Abbildung von *C. kermesinus* fand ich in der Literatur noch nicht; den Habitus gibt sehr gut wieder das Bild in KERNERs Pflanzenleben (2. Aufl., I. Bd., S. *188*; reproduziert in der Bearbeitung durch A. HANSEN, II. Bd., S. 375). Die Beschreibung der Blüte als „gelb" beruhte jedoch auf einem Irrtum und ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß KERNER die Angabe über die Blütenfarbe einem Werke entnahm, in welchem *C. kermesinus* von *C. ochraceus* nicht unterschieden war. Daß die abgebildete Pflanze weiße Blüten besaß, kann ich behaupten, weil ich seinerzeit die Skizze für das Bild nach Exemplaren von LUSSIN entwarf.

---

auf *C. salvifolius* bei Punta Monumenti (Herb. zool. bot. Gesellsch.); von derselben Stelle mit der Angabe „auf *Cistus salvifolius*" liegt mir (Herb. zool. bot. Ges.) ein von TOMMASINI gesammeltes Exemplar vor; im Herbarium des botan. Instituts der Universität Wien liegt ein von J. FREYN gesammeltes Exemplar mit der Etikette „Gegend von Pola. Auf *Cistus salvifolius* bei Stignano. 27. Mai 1877." Den gleichen Standort mit der Nennung derselben Nährpflanze gibt FREYN in seiner „Flora von Süd-Istrien" (Verh. d. zool. bot. Gesellsch. XXVII, 1877, S. 417) an. Das vorliegende Herbarmaterial ist nicht gut genug, um eine sichere Entscheidung zu treffen, doch kann es zu *C. ochraceus* gehören. Entweder liegt der einzige bisher bekannte Standort des *Cyt. ochraceus* im Gebiete der deutsch-österreichischen Flora oder ein (wenig wahrscheinliches) abnormes Vorkommen von *C. kermesinus* auf *Cist. salvifolius* vor. In beiden Fällen wäre eine Klarstellung wertvoll.

1) Von ausgegebenen Exsiccaten gehören hierher: HUET DU PAVILLON Plantae Siculae, 173. — KOTSCHY, *Pl. p. ins, Cypro lectae 1862, 751.* —

2) Für nicht ausgeschlossen halte ich es, daß *C. kermesinus* wieder zwei, allerdings von einander schwer zu trennende Formen umfaßt, die mit

III. Eine dem *C. kermesinus* in der Färbung sehr ähnliche Rasse ist die auf den Kanarischen Inseln vorkommende, welche WEBB und BERTHELOT in Hist. nat. d. iles Canar. Tom III., pars 2, p. 429. (1836—50) als *Cytinus Hypocistis* var. *canariensis* bezeichneten, und die ich hier als **Subspecies** unter dem Namen ***C. canariensis*** aufführe.

Die Pflanze hat wie *C. kermesinus* karminrote Bracteen und Vorblätter, sowie weiße Blüten; sie unterscheidet sich aber von jenem leicht durch die völlig kahlen Stengelblätter, Bracteen, Vorblätter und Perianthien. Die Bracteen und Vorblätter sind wesentlich kürzer als die Blüten, weshalb diese schon zur Zeit der Vollblüte deutlich über dieselben hervorragen. Die Pflanze scheint oft auffallend reichblütig zu sein; ich sah Exemplare mit bis zu 40 Blüten, was bei keiner zweiten *Cytinus*-Form vorkommt (vgl. Taf. II, Fig. 1—4).

Die Frage nach den Nährpflanzen des *C. canariensis* ist nicht ganz geklärt. Ich sah kein Exemplar in Verbindung mit der Nährpflanze. Sicher ist, daß *C. canariensis* auf *Cistus symphytifolius* Lam. var. *vaginatus* (DRYAND.) GROSSER, einem Repräsentanten der rotblühenden Sektion *Rhodocistus* (Spach) GROSS. vorkommt. Diese Nährpflanze wird von WEBB und BERTHELOT (l. c.) angegeben; J. BRONMÜLLER, welcher in den Jahren 1900 und 1901 die Kanarischen Inseln bereiste[1]) und *C. canariensis* mehrmals sammelte[2]), teilt mir (14. Januar 1917) brieflich mit, daß er die Pflanzen stets auf *C. vaginatus* einsammelte. In seinem Herbare

---

Parasitismus auf verschiedenen Pflanzen zusammenhängen. Wie oben erwähnt, habe ich — soweit Exemplare im Zusammenhang mit der Nährpflanze in Betracht kommen — *C. kermesinus* nur auf *C. villosus* s. l. gesehen; alle diese Exemplare zeigten ± behaarte Perianthien. GAY der (l. c.) in vortrefflicher Weise *C. kermesinus* von *C. ochraceus* schied, betonte ausdrücklich, daß der auf *C. albidus* wachsende *Cytinus* kahle Perianthien („glaberrimis") hat. In der Tat sah ich einzelne Exemplare von *C. kermesinus* aus Südfrankreich (ohne Nährpflanze) mit fast kahlen Perianthien. Ich kann diese Frage momentan nicht klären, möchte aber auf sie aufmerksam machen.

1) Vgl. BORNMÜLLER, J., Ergebnisse zweier botanischer Reisen nach Madeira und den Canarischen Inseln in ENGLER, A., Botan. Jahrb. 33. Bd., 1904, S. 412.

2) Teneriffa: Esperanza in pinetes, 800 m. s. m., Exs. Nr. 1208. — La Palma: in pinetis supra El Paso. Exs. Nr. 2810. — Hierro: El Golfo. Exs. Nr. 2810 b. — Von dem ersterwähnten Standorte lagen mir Exemplare vor. — Ueberdies sah ich außer den im Texte erwähnten Exemplaren von HUSNOT solche von BOURGEAU (Teneriffa, region des Cistes au dessus de Guimar. 24. Juni. Plant. Canar. 1855) und von HILLEBRAND (Teneriffa).

efindet sich auch ein Exemplar in Verbindung mit dieser Nährflanze. HUSNOT gab *C. canariensis* in seinen Plant. Canar. nni 1866 sub Nr. 268 aus und bemerkt auf den Etiketten: „Sur le 'istus *Berthelotianus*, La Villa, Teneriffe". *C. Berthelotianus* ist aber er erwähnte *C. symphytifolius*.

Dagegen ist es fraglich, ob *C. canariensis* nicht auch auf *C. mons-'liensis* vorkommt. WEBB und BERTHELOT geben (l. c.) auch :se Nährpflanze an; GAY sagt (l. c. p. 314) „specimen herb. Coss., Perralderio in Teneriffa prope Guimar lectum — — — Cisti cujusm frustulo adhaerens, quod *C. monspeliensem* potius quam aliam amvis generis speciem aemulatur"; PITARD und PROUST (Les :s Canaries; flore de l'Archipel 1908, p. 336) erwähnen *Cytinus* m Teneriffa, Palma, Gomera und Hierro und setzen hinzu: „Pasite des *Cistus Monspeliensis* et *C. Berthelotianus* d'après WEBB et :RTHELOT. Nous ne l'avons rencontre que sur les racines de la emiere espece". Herr I. BORNMÜLLER teilt mir mit, daß im :rbare HAUSSKNECHT in Weimar ein von Dr. KUGLER am 16. April bei Guimar auf Teneriffa gesammelte Pflanze mit dem Vermerke uf *Cistus monspeliensis*" liegt[1]).

Ich vermag unter den heute obwaltenden Verhältnissen diesen iderspruch nicht aufzuklären; als erwiesen kann ich orläufig nur betrachten, daß *C. canariensis* auf *stus symphytifolius* Lam. var. *vaginatus* (Dryand.) Grosser orkommt.

IV. Eine ungemein auffallende, von den übrigen stark abweiende Form von *Cytinus Hypocistis* ist jene, welche mehrere Teil-'nmer an der 3. Wiener Universitäts-Reise (u. a. JANCHEN, GINZ-:RGER, MORTON, VIERHAPPER) im April 1913 auf dem Djebel u Kournin bei Tunis auf *Halimium umbellatum* (L.) Spach ımmelten, und die ich bei diesem Anlaß lebend sah. Sie unterscheidet h von allen bisher besprochenen Formen (vgl. Taf. II, Fig. 17—20) ırch die großen, die Bracteen und Vorblätter weit überragenden üten. Von *C. canariensis* ist sie überdies durch die Behaarung er Teile, von *C. kermesinus* durch die intensiv gelben Blüten rschieden. Die Stengelblätter, Bracteen und Vorblätter waren rmin- bis zinnoberrot gefärbt. Ich nenne diese **Subspecies *macranthus*.**

1) H. SCHENCK (Beitr. zur Kenntnis d. Veg. d. Canar. Ins. in Wissen-ıaftliche Ergebnisse der d. Tiefsee-Exp. II., 1, 1907) erwähnt nur S. 381 *st. Hyp.* ohne Näheres über die Nährpflanze anzugeben.

In Herbarien sah ich die Pflanze zweimal in Verbindung mit der Nährpflanze und beidemal ebenfalls auf *Halimium*. Die Standorte sind: „Ad montem Djebel prope Tingitem (Tanger), 28. IV. 1876, leg. E. HACKEL" und „Algier, prope Stora auf *Halimium halimifolium* (L.), leg. CHOULETTE" (Frag. flor. Alg. exs. 380).

Für sehr wahrscheinlich halte ich es, daß es dieselbe Pflanze ist, welche CLUSIUS in Rarior. aliquot stirp. p. Hisp. observ. hist. p. 143 (1576) als *Hypocistis lutea* beschrieb und auf „*Cistus folio Halimi I*" = *Halimium halimifolium* (L.) angibt.

In den Schausammlungen des Berliner botanischen Museums befindet sich ein *Cytinus*, welchen Professor D. L. DIELS 1910 in Algerien, auf dem Djebel Murdjadjo sammelte. Nach einem, mir von Prof. DIELS freundlichst übersendeten Stücke stimmt diese Pflanze mit *C. macranthus* überein. Auch von der Nährpflanze erhielt ich ein kleines Sproßstück; eine sichere Bestimmung derselben war mir noch nicht möglich; vielleicht ist es *Cistus heterophyllus* Desf.

Ob die von WILLKOMM bei Chiclana in Südspanien auf *Halimium halimifolium* gesammelte Pflanze (Willk. exsicc. 507) hierher gehört, kann ich nicht entscheiden, da die mir vorliegenden Exemplare zu schlecht erhalten sind; dasselbe gilt von einem im Berliner Herbare liegenden, von Graf SOLMS bei Lissabon auf *Halimium halimifolium* gesammelten Exemplare.

Wenn mir also auch nicht reichliches Material von *C. macranthus* vorliegt, so läßt sich doch demselben entnehmen, daß derselbe auf *Halimium*-Arten als Parasit vorkommt; ob er sich auch noch auf anderen Pflanzen findet (z. B. *Cistus heterophyllus*) muß ich vorläufig noch dahingestellt sein lassen.

V. Im Anschluß an die Behandlung der im vorstehenden besprochenen *Cytinus*-Formen, die mir im wesentlichen geklärt erscheinen, möchte ich noch einige Vorkommnisse erwähnen, zu deren Klärung reichlicheres Material und vor allem Beobachtungen an Ort und Stelle nötig wären.

Von Kreta, den ägäischen Inseln und Cypern liegt mir in mehreren Exemplaren (Kreta bei Tybaki, leg. EBERSTALLER 1914. — Insel Gaudos südlich von Kreta, leg. J. DÖRFLER 1900. — Naxos, leg. LEONIS; Dörfler Flora Aegaea Nr. 105. — Berge bei Kantara auf Cypern; Sintenis et Rigo Sters cypr. 1880, 508) ein *Cytinus* vor, welcher nach den Herbarexemplaren von *C. macranthus* schwer zu unterscheiden ist. Er stimmt mit diesem in der Blüten-

·öße, in der Färbung der Blüten und der Bracteen, sowie in deren ehaarung überein, ist daher durch dieselben Merkmale wie *C. ma-'anthus* von den übrigen *Cytinus*-Formen verschieden. Von *C. ma-'anthus* ist dieser *Cytinus* (vgl. Taf. II, Fig. 13—16) durch folgende .erkmale zu unterscheiden: Die männlichen Blüten besitzen eine ıch oben allmählig erweiterte trichterförmige Röhre, die unter ·n Perianthzipfeln nicht eingeschnürt ist, die Bracteen sind schmal ıd nur wenig konkav. Die Bracteen der weiblichen Blüten überragen ·n Fruchtknoten nicht oder nur wenig, sie sind lineal-länglich, umpf, wenig bauschig. Bei *C. macranthus* ist die Röhre der männ-:hen Blüten oben eingeschnürt, unten bauchig erweitert; die racteen derselben sind breit und kahnförmig ausgehöhlt. Die racteen der weiblichen Blüten überragen deutlich den Frucht-ıoten, sind breit verlängert, eiförmig und stark ausgebaucht.

Ich nenne diese Form v o r l ä u f i g als **Subspecies** **'. *orientalis*.**

Nur von einer Stelle (Tybaki auf Kreta) liegt mir dieser *Cytinus* ı Verbindung mit der Nährpflanze vor; es ist dies nach der Be-timmung von Prof. Dr. VIERHAPPER *C. parvifolius* (Lam.) (Sct. *.edonella*), von dem mir sonst bisher kein *Cytinus* bekannt ist. ‹uch auf Gaudos dürfte der *Cytinus* auf *Cistus parvifolius* vor-ommen, da DÖRFLER diesen an derselben Stelle sammelte. Da ieser *Cistus* auch auf den anderen oben genannten Inseln vor-ommt, ist es immerhin sehr w a h r s c h e i n l i c h , d a ß *C.* *arvifolius* d i e N ä h r p f l a n z e d e s *Cytinus orientalis* i s t.

Ferner möchte ich noch auf folgende Tatsachen aufmerksam :hen. Im Herbarium des Wiener naturh. Hofmuseums liegt ein ·mplar eines *Cytinus* in Verbindung mit *Fumana thymifolia* (L.) '. von BALANSA 1848 bei Mostaganem in Algier gesammelt. :h GAY sammelte auch CHAROY bei Aumale in Algier auf der annten Nährpflanze einen *Cytinus* und auch sonstige Angaben ten auf das Vorkommen eines *Cytinus* auf *Fumana*, bzw. „*Helian-num*"-Arten hin. Welcher *Cytinus* dies ist, konnte ich bisher ıt entscheiden, das von mir gesehene Exemplar war hierzu zu .echt erhalten. A. TROTTER teilt in Bull. Soc. bot. Ital. 1906,)—24 mit, daß er auf dem Mt. Pergolo bei Avellino fern von

jedem *Cistus* einen *Cytinus* in der Nähe von *Thymus*-Pflanzen beobachtete. Waren nicht doch vielleicht diese nicht blühenden *Thymus*-Pflanzen *Tumana thymifolia*?

DEBEAUX gibt *Cytinus* auf *Cistus Clusii rosmarinifolius* Pourr., einer Art aus der Sectio *Halimioides* Willk. bei Boghar in Algier an (Act. Soc. Linn. d. Bord. XXIII, 1860 p. 174) und nach GAY (l. c.) findet sich ein derartiges Exemplar, von LEFRANC bei Batna in Algier gesammelt, im Herb. COSSON. Auch über diesen *Cytinus* vermag ich nichts auszusagen.

Inwiefern der Parasitismus der in dieser Abhandlung angeführten *Cytinus*-Formen und -Arten streng spezialisiert ist, könnten vor allem Kulturversuche beweisen. Aufzucht von *Cytinus* aus Samen ist bisher nach HEINRICHER (Die Aufzucht u. Kultur d. paras. Samenpfl., Jena 1910) noch nicht durchgeführt worden. Jedenfalls wäre bei Kulturversuchen mit *Cytinus* auf die hier sehr wahrscheinlich gemachte Spezialisierung des Parasitismus zu achten.

Schließlich sei hier eine Uebersicht der hier besprochenen *Cytinus*-Formen mit Berücksichtigung ihrer bisher sicher gestellten Nährpflanzen gegeben:

Nährpflanzen:	*Cytinus* - Form:
1. *Cistus* Sect. *Rhodocistus* . .	*C. canariensis* (Webb u. Berth).
— Sect *Eucistus*	*C. kermesinus* (Gussone).
— Sect. *Ledonella* . . .	*C. orientalis* Wettst.
— Sect. *Stephanocarpus* .	*C. ochraceus* (Gussone).
— Sect. *Ledonia*	*C. ochraceus* (Gussone).
2. *Halimium*	*C. macranthus* Wettst.
3. *Fumana*	*C.* ?

Erklärung der Tafel II.

Sämtliche Figuren sind bei gleicher Vergrößerung mit dem Zeichenapparat gezeichnet; die natürliche Größe ist durch die beigesetzten Linien angedeutet. Fig. 1, 5, 9, 13, 17 zeigen die ♀ Blüten von der Seite gesehen, Fig. 2, 6, 10, 14, 18 die ♀ Blüten von der Innenseite. Fig. 3, 7, 11, 15, 19 zeigen die ♂ Blüten von der Seiten-, Fig. 4, 8, 12, 16, 20 von der Innenansicht. b bedeutet in allen Fällen Deckblatt, v b Vorblatt.

Die verschiedene Form des Perianthraumes ist für die einzelnen nicht in dem Maße charakteristisch, wie es aus den Figuren hervorzugehen scheint, sie gibt nur genau das Aussehen der gezeichneten Blüten wieder.

Fig. 1—4. *Cytinus canariensis* (Webb et Berth.), Exemplar: Teneriffa; Esperanza leg. J. BORNMÜLLER exs. 1208.

Fig. 5—8. *C. ochraceus* (Gussone). Exemplar: Frankreich; Cannes. leg. HEILMANN et MAUPASSANT.

Fig. 9—12. *C. kermesinus* (Gussone). Exemplar: Istrien; Insel Lussin. leg. JANCHEN.

Fig. 13—16. *C. orientalis* Wettst. Exemplar: Insel Gaudos, südlich von Kreta. leg. DÖRFLER.

Fig. 17—20. *C. macranthus* Wettst. Exemplar: Djebel Bou Kournin bei Tunis. leg. JANCHEN.

---

10. Hans Molisch: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 8: Über einen leicht kristallisierbaren, organischen Körper bei Linaria-Arten.

(Mit 3 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 2. Februar 1917).

I.

Wenn man die Epidermis des frischen Blattes von *Linaria genistifolia* Mill.[1]) in einen Tropfen dest. Wassers bringt, mit einem Deckglas bedeckt und unmittelbar darauf unterm Mikroskop beobachtet, so erscheinen die Zellen zunächst frei von Kristallen. Aber schon nach einer oder ein paar Minuten bilden sich in den meisten Oberhautzellen ein bis viele Kristalle in Form von einfachen oder Zwillingssphäriten, Doppelpinseln, Hantelformen oder Prismen. In einem einzigen mikroskopischen Präparate sieht man viele Tausende solcher Kristalle. (Abb. 1.)

Der fragliche Körper muß in sehr konzentrierter, nahezu gesättigter Lösung in der Oberhaut vorhanden sein und eine in reinem Wasser unlösliche oder sehr wenig lösliche Substanz darstellen.

1) Für die Beschaffung dieser Pflanze in größerer Menge bin ich den Herrn stud. phil. KARL HÖFLER und CHRISTIAN WIMMER zu großem Danke verpflichtet.

Da der Körper aus den verletzten Zellen leicht heraus diffundiert, entstehen auch sehr viele Kristalle in nächster Nachbarschaft außerhalb des Schnittes. Ihre Farbe ist schwach gelblich.

Alkohol. Behandelt man die frisch abgezogene Oberhaut mit absol. Alkohol, so bilden sich dieselben oder ähnliche Kristalle. Die Sphärite und Sternaggregate herrschen hier vor. (Abb. 2.)

Glyzerin wirkt ähnlich: es entstehen gleich nach der Einbettung die beschriebenen Kristalle.

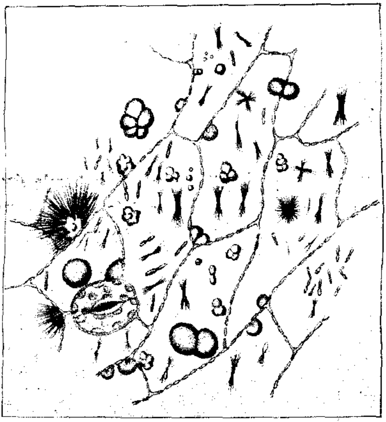


Abb. 1. Oberhaut des Blattes von *Linaria genistifolia* nach Behandlung mit Wasser. Es entstehen allenthalben gelbliche Kristalle. Vgr. 380.

Azeton, Äther, Chloroform, Zuckerlösung und Xylol veranlassen auch das Auskristallisieren desselben Körpers.

Auch bloßes Eintrocknen des Schnittes an der Luft führt zur Kristallisation.

Salzsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure — durchwegs 10prozentig —, ferner Oxalsäure (5proz.) und Essigsäure (konz.) bringen den Körper in den erwähnten Kristallformen zur Fällung. (Abb. 3.)

Alkalien. Verdünnte Sodalösung (10 %) oder gesättigte Sodalösung färbt die Kristalle intensiv gelb, läßt sie aber ungelöst. Ebenso wirkt kohlensaures Kali (10 %).

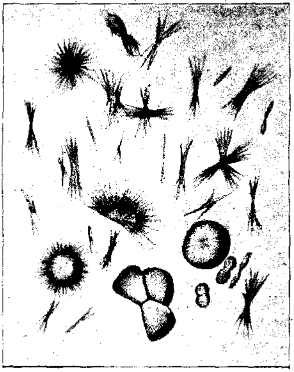
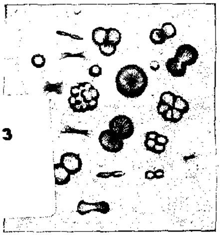


Abb. 2. Kristalle, entstanden in der Oberhaut des Blattes von *Linaria genistifolia* nach Behandlung mit Alkohol. Vgr. 550.

Kalilauge, gleichgültig ob verdünnt oder konzentriert, löst die Kristalle mit gelber Farbe. Ebenso Natronlauge, Barytwasser



LIBRARY
TNAU, Coimbatore - 3
000002530

Abb. 3. Kristalle aus der Oberhaut des Blattes von *Linaria genistifolia* nach Einwirkung von Schwefelsäure. Vgr. 550.

und Ammoniak. — Legt man die Blätter in heiße Ammoniaklösung (1 %) und läßt dann bei gewöhnlicher Temperatur 1—2 Tage stehen,

so geht der Körper mit gelber Farbe in Lösung und kann dann durch Neutralisierung mit verd. Salzsäure in Form von Kristallen gewonnen werden. Die mit Wasser gewaschenen Kristalle erscheinen farblos. Damit ist ein Weg gewiesen, wie der Körper auf bequeme Weise aus der Pflanze in reiner Form für die Makroanalyse gewonnen werden kann.

II.

Verteilung des Körpers in der Pflanze.

Blatt. Die Hauptmenge des Körpers liegt in der Epidermis sowohl der Ober- als auch der Unterseite des Blattes. Wenn im Mesophyll überhaupt die Substanz auftritt, so sicherlich nur in geringer Menge.

Der Prozentgehalt des Körpers in der Oberhaut muß, nach dem Kristallreichtum der mikroskopischen Präparate zu schließen, ein sehr großer sein.

Stengel. Auch hier kommt der Körper lokalisiert in großer Menge in der Oberhaut vor.

Wurzel. Hier konnte ich den Körper nicht nachweisen.

Blüte. Kelch, Blumenkrone und Stempel enthalten den Körper in großer Menge.

Same. Im Samen und in ganz jungen, erst mit den beiden Primordialblättern versehenen Keimlingen habe ich unsere Substanz vermißt.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß der Körper, abgesehen von der Wurzel, in der Oberhaut der ganzen Pflanze lokalisiert in großer Menge vorkommt und die Pflanze gewissermaßen in konzentrierter Lösung einhüllt.

III.

Untersuchung anderer Arten.

Linaria vulgaris. Geprüft wurden 20 cm hohe Pflanzen. Der Körper war hier nicht nachzuweisen.

Linaria Cymbalaria. Blühende Pflanzen enthielten die Substanz nicht.

Linaria origanifolia. Blühende Pflanze. Der Körper konnte nicht nachgewiesen werden.

Linaria purpurea. Die Untersuchung der blühenden Pflanze ergab ein negatives Resultat.

Linaria triphylla. In der blühenden Pflanze konnte der Körper nicht nachgewiesen werden.

Linaria macroura und

Linaria versicolor verhalten sich ebenso.

Linaria bipartita und *L. reticulata* enthalten hingegen den Körper reichlich und zwar in jener Verteilung, wie sie bei *Linaria genistifolia* geschildert wurde.

Linaria spuria, *L. elatine* und *Anthirrhinum majus* gaben negative Resultate.

Der hier beschriebene Körper weist in seiner Löslichkeit und seinem Verhalten gegenüber Alkalien eine gewisse Ähnlichkeit mit Hesperidinen auf. Darunter versteht TUNMANN[1]) alle jene Körper, „welche die hauptsächlichsten Hesperidinreaktionen geben und für die eine chemische Analyse noch nicht vorliegt".

Hesperidinkristalle lösen sich nicht in Wasser, Alkohol, Glyzerin, Äther, Chloroform, Chloralhydrat, verd. Schwefelsäure, verd. und konz. Salzsäure und Salpetersäure. Sie lösen sich schwer in Ammoniak, Essigsäure, verschieden leicht im Kalk- und Barytwasser, hingegen leicht und mit gelber Farbe in verd. Kali- und Natronlauge.

Darin stimmen die Kristalle von *Linaria genistifolia* so ziemlich überein.

Meine Zuckerprobe mit Napthol oder Thymol geben sie nicht.

Ob es sich nun bei *Linaria genistifolia* tatsächlich um ein Hesperidin handelt oder um einen anderen besonderen Körper, dürfte sich nur durch eine makrochemische Analyse exakt beweisen lassen.

Vielleicht gibt diese kurze Mitteilung einem Chemiker die Anregung, sich den Körper in größerer Menge zu verschaffen und auf Grund der vorliegenden Daten einer Makroanalyse zu unterwerfen. Die Samen von *Linaria genistifolia* sind bei der Samenhandlung von HAAGE u. SCHMIDT in Erfurt leicht in großen Mengen keimfähig zu erhalten. Ich selbst habe die Pflanze in Beeten aus Samen kultiviert und mich überzeugt, daß sie vortrefflich gedeiht.

IV.

Zusammenfassung.

In der Oberhaut von *Linaria genistifolia* und einigen anderen Arten (*Linaria bipartita* und *L. reticulata)* findet sich in Form einer ziemlich gesättigten Lösung ein organischer Körper vor, der schon

1) TUNMANN, O., Pflanzenmikrochemie. Berlin 1913, p. 369—374.

Derselbe: *Über krystallinische Ausscheidungen in einigen Drogen (Hesperidine) und über die physiolog. Bedeutung dieser Körper i. d. Pflanzen.* Verhandl. Naturforsch. Ges. Salzburg 1910, II, 1, S. 133.

kurze Zeit nach dem Abziehen der Epidermis im Wasser in großer Menge in Form von einfachen oder Zwillingssphäriten, Doppelpinseln, Hantelformen oder Prismen auskristallisiert. Der Körper hat einige Ähnlichkeit mit Hesperidinen; ob er aber tatsächlich zu ihnen gehört oder mit ihnen verwandt ist, wird die Makroanalyse entscheiden.

II. Käte Löw: Über Unterschiede in der Anatomie von Zweigen der Trauerbäume und der entsprechenden aufrechten Formen.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität, Wien Nr. 99 der II. Folge.)
(Mit Tafel III.)
(Eingegangen am 2. Februar 1917.)

Literatur.

Untersuchungen an Trauerbäumen wurden häufig angestellt, um die Frage nach der Ursache des abnormen Wuchses und andere Fragen physiologischer und anatomischer Natur zu beantworten. Zahlreiche Autoren befaßten sich, von verschiedenen Gesichtspunkten aus, mit wechselnden Resultaten, mit der Erklärung des Hängewuchses.

Eine Zusammenstellung der diesbezüglichen Literatur findet sich in einer Arbeit BARANETZKYs[1]). Physiologische Untersuchungen, betreffend die Schwerkraftwirkung auf Trauerbäume, wurden unter anderen von HABERLANDT[2]) und HERING[3]) durchgeführt.

Weitaus geringer ist die Zahl der anatomischen Untersuchungen.

Zum Nachweis der mechanischen Funktion der Bast- und Skleremchymelemente in der Rinde dikotyler Holzgewächse unter-

---

1) BARANETZKY J., Ueber die Ursachen, welche die Richtungen der Aeste von Baum- und Straucharten bedingen. Flora 1901, p. 138.

2) HABERLANDT, G., Zur Statolithentheorie des Geotropismus. PRINGSHEIM, Jahrb. f. w. Bot. 1903, Bd. XXXVIII, p. 457.

3) HERING, H., Untersuchungen über das Wachstum invers gestellter Pflanzenorgane, PRINGSHEIM, Jahrb. f. w. Bot. 1904, Bd. XL, p. 545.

sucht TSCHIRCH[1]) vergleichsweise junge Zweige der aufrechten und Hängeform von *Fraxinus excelsior* und *Salix caprea*. Er findet besonders im ersten Falle bedeutend schwächere Ausbildung der Bast- und Sklerenchymelemente im Hängebaum. BARANETZKY[2]) vergleicht, zur Ergänzung seiner physiologischen Untersuchungen, die aufrechten und Hängeformen von *Caragana arborescens, Ulmus montana* und *Fraxinus excelsior*. Er gibt an, daß im Vergleich zu den aufrechten Formen, die Elemente des Holzkörpers der Hängearten schwächer verdickt sind. Bei der letztgenannten Hängeform findet er auffallende Förderung in der Ausbildung von Parenchym und Mark und langsame Entwicklung der mechanischen Elemente. Bezüglich der Erklärung des Herabhängens der Zweige schließt er sich der Ansicht VÖCHTINGS[3]) an, räumt aber histologischen Verhältnissen einen gewissen Einfluß ein.

WIEDERSHEIM[4]) beobachtet den Einfluß der Belastung auf das mechanische System in Hängezweigen. Bei dieser Gelegenheit untersucht er den Stammaufbau der Trauerformen von *Fraxinus excelsior, Caragana arborescens* und *Ulmus montana*, im Vergleich zu dem der entsprechenden aufrechten Bäume, und bestätigt die Erfahrungen BARANETZKYs. Bei *Fagus silvatica, Sorbus aucuparia* und *Corylus avellana* findet er keine konstanten Unterschiede, ebenso wenig bei *Fraxinus excelsior*, wie er der Ansicht TSCHIRCHs gegenüber ausdrücklich betont.

Da 1. die Anatomie der Trauerbäume im Vergleich zu der der normalen Formen bisher nur als Teilfrage neben Hauptfragen physiologischer Art behandelt wurde,

2. in der Literatur wechselnde Angaben vorliegen (*Fraxinus excelsior*),

3. die Untersuchungen nicht an einer größeren Zahl von Individuen einer Art, wie es zum Zwecke eines Vergleiches notwendig ist, vorgenommen wurden, veranlaßte mich mein verehrter Lehrer, Prof. Dr. HANS MOLISCH, den anatomischen Aufbau der Zweige von Trauerbäumen mit dem der entsprechenden aufrechten Formen zu vergleichen.

---

1) TSCHIRCH, A., Beitrag zur Kenntnis des mechanischen Gewebesystems. PRINGSHEIM, Jahrb. f. w. Bot. 1885, Bd. XVI, p. 315.

2) BARANETZKY, J., l. c. p. 138.

3) VÖCHTING, K., Ueber Organbildung im Pflanzenreiche. 1866, II. Teil, p. 78.

4) WIEDERSHEIM W. Ueber den Einfluß der Belastung auf die Ausbildung von Holz- und Bastkörpern bei Trauerbäumen. PRINGSHEIM, Jahrb. f. w. Bot. 1903 Bd. XXXVIII p. 41.

Material und Methode.

Zu Vergleichszwecken können nur aufrechte und entsprechende Hängebäume verwendet werden, welche:

1. Der gleichen Art angehören.
2. Gleichaltrig sind.
3. Unter gleichen Verhältnissen leben.
4. In größerer Zahl vorhanden sind.

Bezüglich des ersten Punktes könnte eingewendet werden, daß Kulturpflanzen dieser Anforderung nicht genügen können, da innerhalb einer Art zahlreiche Unterarten und Rassen usw. vorhanden sind. Diesem Einwand suchte ich dadurch zum Teil zu begegnen, daß ich immer eine möglichst große Zahl von Individuen einer Art, auch von verschiedenen Standorten, untersuchte. Die restlichen Bedingungen (Punkt 2—4) fand ich in Beständen von Baumschulen erfüllt, wo an mehreren Exemplaren einer Pflanzung von jungen, normalen Bäunen Hängeformen durch Pfropfung erzeugt werden, während der Rest normal weiter wächst, so daß dann die gleichaltrigen — aufrechte — und Hängebäume nebeneinander stehen, unter den gleichen Bedingungen aufgewachsen und in größerer Anzahl zur Verfügung sind. Ich entnahm das Material für meine Untersuchungen der städtischen Baumschule in Albern bei Wien und einer Baumschule in Brünn (Mähren). Zur Ergänzung prüfte ich auch einzelne Exemplare anderer Standorte. Ich verglich 1-, 2- und 3jährige (manchmal 4jährige) Zweige des Hängebaumes mit den entsprechenden der aufrechten Form und zwar immer mehrere Zweige eines Individuums in verschiedenen Internodien und mehrere Individuen einer Art. In allen Fällen, wo sich kein diesbezüglicher Vermerk findet, handelt es sich bei den untersuchten Vergleichsobjekten um junge Bäume. Die Messungen erfolgten am Querschnitt. Ich untersuchte aufrechte und Hängeformen von: *Morus alba, Sophora japonica, Caragana arborescens, Fraxinus excelsior, Corylus avellana, Sorbus aucuparia.*

Untersuchungen.

A. Morus alba.

Zeit der Untersuchung: September 1916.

Untersucht wurden 3 ↑ und 3 ↓ Bäume.[1]) (Albern.)

I. Unterschiede im Aussehen.

Morus alba p. ist ein echter Trauerbaum; die Zweige hängen von der Stelle der Pfropfung fast vertikal abwärts. Das Wachstum ist an den Spitzen

1) ↑ = aufrecht, ↓ = hängend.

gehemmt[1]). Die Zweige sind internodienreicher und die Internodien bedeutend länger als die der dazu gehörigen normalen Pflanze. Sonst ist in Umfang und Beschaffenheit der Triebe äußerlich kein Unterschied zu beobachten. Die Blätter von *Morus alba p.* sind, besonders an der am stärksten belichteten Seite, größer und kräftiger als die des aufrechten Baumes.

II. Unterschiede im anatomischen Aufbau.

1. Kurze Schilderung des Stammaufbaues.

Die Epidermis bleibt bis zur zweiten Vegetationsperiode erhalten. Das mehrschichtige, dickwandige Periderm entwickelt sich im zweiten Jahre. Die primäre Rinde enthält Kollenchym und Rindenparenchym; in ihrem äußersten Teile schließen Sklerenchymzellen zu einem Ring zusammen. Zu den starken, primären Bastbündeln kommt im zweiten Jahre eine breite Zone sekundärer Bastbelege dazu. Das Holz ist reich an Libriformfasern und hat meist einreihige Markstrahlen. Die Markzellen sind dünnwandig.

2. Vergleich.

Im Bau der aufrechten — verglichen mit dem der Hängeform zeigen sich sehr auffallende und konstante Unterschiede; sie sind im Schnitt ohne weiteres auseinanderzuhalten. Bedeutendster Unterschied: Beschaffenheit des mechanischen Systems. Er besteht in Menge und Ausbildung der Elemente.

a) Mechanische Elemente der Rinde.

Die primären Bastbündel werden bei der Trauerform später angelegt, als bei der aufrechten. Die sekundären Bastbelege entstehen beim normalen Baume in den letzten Internodien des zweijährigen Triebes, beim Hängebaum sind sie erst später zu beobachten. Die primären Bastbündel sind im ersten Jahre bei beiden Formen ungefähr gleich groß, im zweiten und dritten Jahre bei der Hängeform viel kleiner und unregelmäßiger, oft nur als schmale Streifen ausgebildet. Der sekundäre Bastbelag besteht beim normalen Baume aus einem breiten Ringe von einzelnen Bastfasern, beim Hängebaum aus kleinen Komplexen von Bastzellen. Die Zellwände der primären Bastbündel und der Bastzellen des sekundären Bastbelages sind im normalen Stamme mächtig verdickt, das Lumen schlitzförmig oder unsichtbar. Die Wände der primären Bündel im Hängebaum sind sehr zart (im ersten Jahre von denen der Parenchymzellen nicht zu unterscheiden), später durch den Druck der umliegenden Gewebe zusammengepreßt, so daß das Lumen zum Verschwinden kommt. Aehnliche Beschaffenheit zeigen die sekundären Bastbelege, doch sind die Zellwände noch dünner, vom umgebenden Bastparenchym nur durch die auffallende Faltung abgegrenzt. (Bedeutender Unterschied). Das Kollenchym ist besonders im ersten Jahre im aufrechten Baume stärker ausgebildet. Später ist dieser Unterschied undeutlich, da das Kollenchym vom Sklerenchymring verdeckt wird. Das Sklerenchym tritt im Hängebaum frühzeitiger auf und ist in allen Jahren dort stärker ausgebildet, wie um die schwachen Bastelemente zu ersetzen.

b) Mechanische Elemente des Holzes.

Im Hängebaum sind die Libriformelemente in geringerer Menge vorhanden als im aufrechten, die Zellwände viel dünner. (Am deutlich-

1) VÖCHTING, H., l. c. p. 78.

sten im ersten Jahre.) Der Unterschied ist weniger auffallend als im Bastteil, aber konstant. Im Gegensatz zu Bast und Holz sind Rindenparenchym und Mark im Hängebaum stärker ausgebildet. Dieses Merkmal ist aber nicht ganz konstant.

B. Sophora Japonica.

Mai 1916 und November 1916.
Untersucht wurden: 3 ↑ und 4 ↓ Bäume (Brünn),
1 ↑ und 1 ↓ Baum, beides ältere Exemplare (Albern).

I. Unterschiede im Aussehen.

Kurze Schilderung des Stammaufbaues.

Sophora japonica p. ist eine echte Trauerform, die Zweige hängen vertikal abwärts. Das Wachstum ist an den Spitzen gehemmt. Neue Zweige inserieren auf der Höhe der Krümmung der älteren, so daß eine Schirmform zustande kommt. Die Hängeform ist viel reicher verzweigt, die Internodien der Zweige sind kürzer als die der aufrechten. In Stärke und Beschaffenheit der Triebe ist äußerlich kein Unterschied festzustellen. Der Hängebaum hat etwas größere und kräftigere Blätter, die später abfallen, als die des normalen Baumes.

II. Unterschiede im anatomischen Aufbau.

Die Epidermis besitzt einen krustenförmigen Wachsüberzug und eine starke Kutikula; sie bleibt bis zum vierten Jahre erhalten, dann erst tritt Peridermbildung ein. Die primäre Rinde enthält mehrschichtiges Kollenchym, welches in dünnwandiges Rindenparenchym übergeht. Die großen, primären Bastbündel werden durch einzelne Steinzellen, später durch Sklerenchymgruppen zu einem Ringe geschlossen. In der sekundären Rinde sind außerdem kleinere Bastgruppen in mehreren Lagen ausgebildet. Das Holz ist gefäßreich; die Markzellen haben kräftige, getüpfelte Wände.

2. Vergleich.

Die aufrechte und Hängeform von *Sophora japonia* sind anatomisch sehr stark voneinander verschieden. Die Unterschiede sind konstant. Sie sind im Bau der älteren Bäume noch deutlicher ausgeprägt. Die aufrechte und die Trauerform sind im Schnitt ohne weiteres auseinander zu halten.

Bedeutendster Unterschied: Behaffenheit des mechanischen Systems. Er besteht nicht in allen Fällen in der Menge, vorwiegend in der Ausbildung der mechanischen Elemente.

a) Mechanische Elemente der Rinde.

Die primären Bastbündel und Sklerenchymgruppen sind bei beiden Formen im ersten Jahre fast gleich groß, in den späteren Jahren sind sie beim Hängebaum individuenärmer, der Ring ist schmäler. Die sekundären Bastbelege werden im Trauerbaum später und meist in viel geringerer Menge angelegt, als im aufrechten. So bestehen sie in einigen Fällen im aufrechten Baum aus vier oder mehr Lagen von Bastbündeln, im hängenden aus unregelmäßig verstreuten kleinen Bastgruppen; zuweilen aber beobachtet man bei beiden Formen die gleiche Menge

von Bastbelegen. Die Zellwände der primären Bastbündel und der sekundären Bastbelege sind im normalen Zweige durchwegs mächtig verdickt, das Lumen ist punkt- oder spaltförmig, die Wandungen der gleichen Elemente des Hängezweiges sind zart, das Lumen ist weit. (Bedeutender Unterschied) Das Kollenchym zeigt in seiner Größe und Ausbildung keine konstanten Unterschiede.

b) Mechanische Elemente des Holzes.

Die Libriformelemente des aufrechten Baumes sind durchwegs stärker ausgebildet als die des Hängebaumes, doch ist der Unterschied weniger auffallend als im Bastteil. Rindenparenchym und Mark sind gewöhnlich im Trauerbaum umfangreicher als im normalen. Ersteres ist besonders deutlich an den untersuchten Zweigen der älteren Bäume zu beobachten, wo im zweiten und dritten Jahre das Rindenparenchym beim aufrechten vollkommen fehlt, während es beim Hängebaum sehr stark entwickelt ist. *Die Epidermis junger Hängezweige zeigt meist reicheren* Haarbesatz als die der entsprechenden aufrechten.

C. *Caragana arborescens.*

Dezember 1915 und Oktober 1916.
Untersucht wurden: 6 ↑ und 4 ↓ Bäume (Albern).
6 ↑ und 4 ↓ Bäume (Brünn).
1 ↓ Baum mit ↑ Trieben aus der Unterlage.

I. Unterschiede im Aussehen.

Caragana arborescens p. ist ein echter Trauerbraum; die Zweige hängen fast vertikal von der Stelle der Pfropfung abwärts. Das Wachstum ist an den Spitzen gehemmt. Der Hängebaum ist weiter verzweigt, blüht reicher und verliert später das Laub als der aufrechte. Die Hängezweige sind gleich stark, in vielen Fällen stärker, als die gleichaltrigen normalen; in ihrer Beschaffenheit ist äußerlich kein Unterschied zu beobachten.

II. Unterschiede im anatomischen Aufbau.

1. Kurze Schilderung des Stammaufbaues.

Die Epidermis wird schon in der ersten Vegetationsperiode abgeblättert. Unterhalb der Epidermis verlaufen starke Bastrippen längs des Stammes. Peridermbildung erfolgt schon in den jüngsten Internodien. In das Rindenparenchym sind große primäre Bastbündel eingelagert. Im daruntergelegenen Teile der sekundären Rinde wechseln tangential angeordnete Bastbelege mit Siebröhren und Bastparenchymplatten ab. Das Holz ist reich an Libriformelementen; das Mark ist kleinzellig.

2. Vergleich.

Bei allen untersuchten Bäumen wurden, mit einer *Ausnahme*, sehr *auffallende und* konstante Unterschiede zwischen der aufrechten und Hängeform gefunden. Diese ist im Schnitt ohne weiteres kenntlich.

Bedeutendster Unterschied: Beschaffenheit des mechanischen Systems. Er besteht nicht in der Menge, sondern in der Ausbildung der mechanischen Elemente.

a) Mechanische Elemente der Rinde.

Die primären Bastbündel werden bei der Trauerform etwas später angelegt als bei der aufrechten. In der Größe des Bastteiles[1]), in Menge und Ausdehnung der primären Bastbündel und der sekundär entstehenden Bastbänder besteht kein Unterschied. In einigen Fällen scheint die Bastproduktion beim Hängebaum auffallend erhöht, wie um die Schwäche der einzelnen Faser auszugleichen. Alle Wände der Bastzellen sind beim aufrechten Baum mächtig verdickt, das Lumen punktförmig oder unsichtbar; beim Hängebaum sind sie sehr zart und durch den Druck der umgebenden Gewebe etwas zusammengepreßt. (Bedeutender Unterschied.)

b) Mechanische Elemente des Holzes.

Die Wände der Libriformzellen sind beim Hängebaum schwächer als die der aufrechten Form. Der Unterschied ist weniger auffallend als der des Bastteiles, aber ebenso konstant. Das Holz des aufrechten Baumes ist frühzeitiger vollkommen ausgebildet als das der Hängeform. In der Größe besteht kein Unterschied. Die Markzellen des Trauerbaumes haben weitere Lumina und dünnere Wände als die des normalen.

In einem Falle war bei einem aufrechten Baume der Raum des Markes von einem Nest von Steinzellen erfüllt.

In der Ausbildung des Periderms, Rindenparenchyms, der Bastrippen unter der Epidermis wurde kein konstanter Unterschied beobachtet.

Unter 15 untersuchten Hängebäumen fanden sich bei einem Exemplare die erwähnten Unterschiede der Ausbildung nur in einjährigen Zweigen. Die zwei- und dreijährigen Hängetriebe waren ebenso gebaut wie die entsprechenden aufrechten.

D. *Fraxinus excelsior.*

Januar 1916 und Oktober 1916.
Untersucht wurden: 6 ↑ und 6 ↓ Bäume (Brünn).
1 ↑ alter Baum, ein kleiner Teil der Aeste hängt abwärts. (Bot. Garten, Wien.)

I. Unterschiede im Aussehen.

Fraxinus excelsior p. ist nicht als echter Trauerbaum zu bezeichnen. Es kommen außer den herabhängenden Trieben (wie sie *Caragana* oder *Morus* zeigen) horizontale oder geneigt nach aufwärts gerichtete vor; diese senken sich später, oder verbleiben in ihrer Stellung, so daß auf diese Weise eine allmähliche Erhebung des Hängebaumes stattfinden kann[2]). Das Wachstum ist and en Spitzen nicht gehemmt. Beim Hängebaum überwiegt die Zahl der

---

1) „Bastteil" = Zone, welche die sekundäre Rinde von den primären Bastbündeln bis zum Verdickungsring umfaßt.

2) VÖCHTING, K.: l.c. p. 83.

gtriebe, beim aufrechten die der Kurztriebe. Erstere haben wohl längere, nicht schlankere Internodien als der entsprechende normale Baum[1]). ler Beschaffenheit der Zweige ist äußerlich sonst kein Unterschied zu achten.

II. Unterschiede im anatomischen Aufbau.

1. Kurze Schilderung des Stammaufbaues.

Die Epidermis wird im zweiten Jahre abgestreift; während der ersten etationsperiode entsteht das großzellige Periderm. Die primäre Rinde eht aus mehrschichtigem Kollenchym und dünnwandigem Rindenparenn, in welchem Steinzellen verstreut liegen. Die sekundäre Rinde enthält 3er den starken primären Bastbündeln, welche zuerst durch vereinzelte lerenchymzellen, später durch Sklerenchymgruppen zu einem Ringe verigt werden, keine weiteren Festigkeitselemente. Das Holz ist in vielen llen abnorm gebaut; bei zwei- und dreijährigen Zweigen schalten sich ischen die Jahresringe schmälere Streifen ein, die gefäßlos, oder mit sehr gen Gefäßen versehen sind. Das Mark besteht aus starkwandigen Zellen, inzellen sind zwischen ihnen verstreut.

2. Vergleich.

Langtriebe. Im Aufbau der normalen — verichen mit dem der Hängeform wurden Unterschiede obachtet; doch sind sie sehr geringfügig oder icht konstant.

In der Ausbildung des mechanischen Systems besteht insofern Unterschied, als ein Teil der Elemente (Sklerenchym) beim Hängebaum was später angelegt wird, daher sind im ersten Jahre die erwähnenden Unterschiede deutlich, im zweien und dritten Jahre weder deutlich noch kontant.

a) Mechanische Elemente der Rinde.

Im ersten Jahre sind die Bastbündel des aufrechten Baumes größer d regelmäßiger, die Wände der Bastzellen stärker verdickt als im Hängebaum. Der Unterschied ist unbedeutend und in den späteren Jahren ht konstant. Die Ausbildung des Sklerenchyms im Hängebaum abwechselnd stärker oder schwächer als im normalen. Das Kollenchym aufrechten Baumes ist in allen Fällen etwas breiter und weist stärkere kenverdickung auf als das der Trauerform. Der Unterschied ist geringgig.

b) Mechanische Elemente des Holzes.

Das Holz *ist im allgemeinen in aufrechten Bäumen frühzeitiger* vollmmen ausgebildet. Sonst besteht weder in der Größe des Holzteiles, noch der Beschaffenheit seiner Bestandteile (Gefäße, Libriformfasern, Markahlen usw.) ein konstanter Unterschied. Ebensowenig konnte ich in der sbildung von Mark und Rindenparenchym konstante Unteriede finden.[2])

---

1) BARANETZKY, J.: l. c. p. 220.

2) BARANETZKY findet Rindenparenchym und Mark des Hängeumes auffallend stärker ausgebildet. l. c. p 220.

Im zweiten Jahre überwiegt die Peridermbildung im Hängebaum die des aufrechten; diese Verschiedenheit wird später wieder ausgeglichen.

Kurztriebe. Etwas regelmäßiger und deutlicher sind die Unterschiede beim Vergleiche der Kurztriebe der beiden Formen zu beobachten; so Verschiedenheiten in der Ausbildung von Bast, Sklerenchym und Kollenchym.

Der Holzkörper ist im aufrechten Triebe frühzeitiger zur Gänze ausgebildet und umfangreicher, dagegen ist im Hängetrieb Rindenparenchym in größerer Menge vorhanden.

Markanter als die anatomischen Unterschiede gleichartiger Triebe der beiden Baumformen sind die zwischen Lang- und Kurztrieb des gleichen Baumes bestehenden. Und zwar beim Hängebaum, wie auch makroskopisch sichtbar, deutlicher ausgeprägt.

E. *Corylus avellana.*

April 1916 und November 1916.
Untersucht wurden: 3 ↑ und 3 ↓ Bäume (Albern).

I. Unterschiede im Aussehen.

Corylus avellana p. zeigt keinen ausgesprochenen Trauertypus. Die Zweige hängen in mehr oder weniger großem Winkel zur Lotlinie abwärts. Im Zentrum der Krone über der Propfungsstelle richten sie sich auf; die Endteile nnd die Triebe nächster Ordnung senken sich gewöhnlich wieder; das Wachstum ist an den Spitzen nicht gehemmt. In Stärke und Beschaffenheit der Zweige ist äußerlich kein Unterschied zu beobachten, außer daß die jungen Hängetriebe reicher behaart sind als die entsprechenden aufrechten.

II. Unterschiede im anatomischen Aufbau.

1. Kurze Schilderung des Stammaufbaues.

Die Epidermis überdauert die erste Vegetationsperiode. Das mehrschichtige Periderm ist schon im ersten Internodium des ersten Jahres vorhanden. Die primäre Rinde enthält Kollenchym und Rindenparenchym, die sekundäre Rinde starke primäre Bastbündel, die sich mit um- und zwischengelagerten Steinzellen zu einem Ring schließen. In mehrjährigen Zweigen überwiegt das Sklerenchym. Im äußersten Teile der sekundären Rinde, in der Nähe des Verdickungsringes, treten zuerst einzelne Bastzellen, später radial am Umfang angeordnete Bastgruppen auf. Das Holz ist auffallend reich an kleinen Gefäßen, welche dicht übereinander liegen. Die Markstrahlen sind einreihig, das Mark hat große, dickwandige Zellen.

2. Vergleich.

Im anatomischen Stammaufbau sind Unterschiede vorhanden, doch sind sie geringfügig oder nicht konstant. Die beiden Formen sind im Schnitt nicht ohne weiteres zu unterscheiden. Das mechanische System ist fast in gleicher Weise ausgebildet. Da, wo zwischen beiden Formen Unterschiede vorhanden sind, bestehen sie in der Menge der Elemente und sind, wie bei *Fraxinus* im ersten Jahre deutlicher ausgeprägt.

a) Mechanische Elemente der Rinde.

Der Bastteil ist beim aufrechten und Hängebaum ungefähr gleich tark.

Der Ring aus Bast- und Sklerenchymgruppen ist am utlichsten *im ersten* Jahre, aber *auch in den folgenden, beim Hängebaum* hmäler als beim aufrechten; die Bast- und Sklerenchymgruppen, besonders e ersteren, sind individuenärmer die Zellen etwas kleiner. Der Unterschied : unbedeutend. Die sekundär entstandenen Bastbündel nd bei beiden Formen in gleicher Menge und Beschaffenheit vorhanden.

b) Mechanische Elemente des Holzes.

Sie zeigen in ihrer Ausbildung bei aufrechten und Trauerbäumen keinen nterschied. Im ersten Jahre ist der Holzteil des Trauerbaumes, später r des normalen, umfangreicher. Ersterer hat mehr Gefäße. In Größe und usbildung des Markes bestehen zwischen beiden Formen keine konstanten nterschiede. Die Epidermis der jungen Hängetriebe weist dichter geordnete und längere Haare auf als die der aufrechten. Die restlichen *estandteile des Stammaufbaues zeigen keine* oder keine konstanten Unterhiede.

F. *Sorbus aucuparia.*

Juni 1916.

Untersucht wurden: 3 ↑ und 3 ↓ Bäume (Albern).

I. Unterschiede im Aussehen.

Sorbus aucuparia p. stellt keine ausgesprochene Trauerform dar. Die eige hängen bogenförmig oder in mehrfacher Krümmung abwärts. Zweige, lche *im Zentrum* der *Krone oder auf der* Höhe *der Krümmung inserieren,* d oft vollkommen aufgerichtet. Auch zweijährige Zweige haben diese Stellung. s Wachstum ist an den Spitzen nicht gehemmt. In Stärke und Aussehen Zweige der beiden Formen ist äußerlich kein Unterschied zu beobachten. Blätter des Hängebaumes sind etwas größer und kräftiger als die des frechten. Die Triebe des normalen Baumes[1]) sind auch vielfach und in verhiedenen Richtungen gekrümmt und sind oft, so zum Beispiel wenn sie Früchte gen, in ähnlicher Weise nach abwärts gerichtet wie die der Trauerformen.

II. Unterschiede im anatomischen Aufbau.

1. Kurze Schilderung des Stammaufbaues.

Die Epidermis bleibt bis zum zweiten Jahre erhalten. Schon im ersten ernodium des einjährigen Zweiges ist Periderm vorhanden. Die primäre nde enthält *Kollenchym, Rindenparenchym, niemals Steinzellen. In der* undären Rinde liegen die großen primären Bastbündel; später werden weitere stbelege ausgebildet. Das Holz ist gefäßreich; zwischen den dünnwandigen rkzellen ist Sklerenchym eingelagert.

2. Vergleich.

Im anatomischen Aufbau von *Sorbus aucuparia* und r Hängeform sind in allen Jahren konstante nterschiede nicht zu beobachten.

---

1) Es sind junge Bäume gemeint.

Die beiden Formen können im Schnitt nur im ersten und dritten Jahre mit einiger Sicherheit bestimmt werden.

Auch hier werden die Festigkeitselemente im Hängebaum viel später ausgebildet, so daß sich der einjährige Zweig des Trauerbaumes noch deutlich vom normalen unterscheidet. In zweijährigen Zweigen ist die Beschaffenheit wechselnd, bei verschiedenen Exemplaren und verschiedenen Zweigen desselben Exemplares verschieden. Im dritten Jahre bestehen gewisse konstante Unterschiede.

a) *Mechanische Elemente der Rinde.*

Die primären Bastbündel sind beim aufrechten Baume schon in den ersten Internodien des ersten Jahres vollkommen ausgebildet, während sie beim Hängebaum entweder erst angelegt sind, oder doch auffallend schwächer verdickte Zellwände haben. *In zweijährigen Zweigen* ist die Ausbildung abwechselnd bei der aufrechten oder der Hängeform kräftiger. *Die sekundären Bastbelege entstehen im zweiten Jahre* und sind hier bei verschiedenen aufrechten und hängenden Vergleichsobjekten in der *Anlage vorhanden oder sie fehlen. Im dritten Jahre waren sie in allen* untersuchten Zweigen des normalen Baumes vorhanden und fehlten beim Hängebaum.

b) Mechanische Elemente des Holzes.

In Menge und Ausbildung der mechanischen Elemente des Holzes besteht kein Unterschied.

Der Holzteil wird im normalen Baume früher ausgebildet und ist bei zweijährigen Zweigen dort umfangreicher. Im dritten Jahre ist der Unterschied nicht mehr konstant.

Die parenchymatischen Elemente überwiegen im ersten Jahre bei den Hängezweigen, später wird der Unterschied ausgeglichen.

Resultate der Untersuchungen.

1. Beim Vergleich der untersuchten Trauerbäume mit den entsprechenden aufrechten Formen wurden im anatomischen Stammaufbau Unterschiede beobachtet, die bei den verschiedenen Baumarten mit mehr oder weniger großer Deutlichkeit und Konstanz in Erscheinung treten. Sie sind:

a) Auffallend und konstant (bei *Morus, Sophora* und *Caragana*).
b) Geringfügig oder weniger konstant (bei *Fraxinus* und *Corylus*).
c) Nicht konstant (bei *Sorbus*).

2. Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal ist die Beschaffenheit des mechanischen Systems. Die mechanischen Elemente der Rinde und des Holzes, Bast- und Libriformfasern, sind im Hängebaum:

a) In geringerer Menge und bedeutend schwächerer Ausbildung vorhanden als im entsprechenden aufrechten Baum (*Morus*).

b) Sie sind nicht vermindert, aber am Querschnitt bedeutend dünnwandiger als die der normalen Pflanze (*Caragana*, *Sophora*).

c) Sie sind in gleicher Menge und Ausbildung wie im normalen Baum entwickelt, oder zeigen nur geringfügige Unterschiede, werden aber später angelegt. (*Fraxinus*, *Corylus*, *Sorbus*).

3. Zeigt der Baum typischen Hängewuchs, so ist das mechanische System, verglichen mit dem des normalen, auffallend schwächer entwickelt. (*Morus*, *Sophora*, *Caragana*); zeigt er keine ausgesprochene Trauerform, so ist es um weniges schwächer oder gleich stark ausgebildet (*Fraxinus*, *Corylus*, *Sorbus*).

4. Die Unterschiede im mechanischen Anteil des Holzes der Vergleichsobjekte sind viel weniger auffallend als die des Bastteiles.

5. Der Holzteil ist in aufrechten Zweigen meist frühzeitiger zur Gänze entwickelt als der der hängenden.

6. Die Ausbildung von Rindenparenchym und Mark ist in einigen Fällen im Hängebaum gefördert.

7. Die Epidermis der Hängeform von *Sophora* und *Corylus* zeigt reicheren Haarbesatz als die der aufrechten.

8. Bei *Fraxinus excelsior p.* konnte ich weder abweichende Beschaffenheit des mechanischen Teiles[1]), noch auffallende Förderung der parenchymatischen Elemente[2]) beobachten.

9. Aeußerlich bestehen in Umfang und Beschaffenheit der aufrechten und Hängezweige keine oder nur sehr geringfügige Unterschiede.

10. Bei *Morus*, *Sophora* und *Sorbus* sind die Blätter des Hängebaumes etwas größer und kräftiger als die der normalen Form.

Die in den Punkten 2 und 3 angeführten Tatsachen finden eine Erklärung in der Annahme, daß die Faktoren: „Mangelhafte Ausbildung der spezifisch mechanischen Elemente" und „Abnorme Wachstumsrichtung" einander gegenseitig wenigstens zum Teil bedingen.

Ad 4. Nach SCHWENDENER[3]) und HABERLANDT[4]) dienen die Bastelemente der Rinde nur in jungen Zweigen spezifisch mechanischen Zwecken, während im späteren Alter die mechanischen Elemente des Holzes allein diese Funktion übernehmen. Es ist möglich, daß demzufolge bei älteren, aufrechten und Hängezweigen der Unterschied des Bastteiles gegen den des Holzes zurücktritt.

---

1) Wie TSCHIRCH sie durchwegs findet, l. c. p. 315.

2) Wie BARANETZKY konstatiert, l. c. p. 138.

3) SCHWENDENER, S.: Das mechanische Prinzip im Aufbau des Monokotylen-Stammes, Basel 1874, p. 142.

4) HABERLANDT, G.: Physiologische Pflanzenanatomie 1909, p. 141.

Ad 10. Nach MOLISCH[1]) erscheint es möglich, daß bei Hängebäumen die Veredlungsstelle eine Stauung der Assimilate und infolgedessen reichere Ernährung der Blätter verursacht.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Prof. Dr. HANS MOLISCH, für das wohlwollende Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte, meinen aufrichtigsten Dank zu sagen.

Erklärung der Tabellen.

Um einen tunlichst genauen Vergleich zu ermöglichen, wurden Messungen ausgeführt. Es wurden bei jedem untersuchten Exemplar des aufrechten und Hängetypus mehrere ein- bis vierjährige Zweige in verschiedenen Internodien gemessen und die gewonnenen Werte verglichen. Die in den Längsreihen der Tabelle stehenden Zahlen geben den Querdurchmesser des zu Häupten der Reihe genannten Stammanteiles an. Die Zahlen je zweier, untereinanderstehender Querreihen geben zum Vergleich die Werte bei der aufrechten (↑) und der Hängeform (↓) des untersuchten Baumes an, der in der ersten Rubrik genannt ist. Und zwar werden je zwei Vergleichsobjekte einer Baumart mit einer römischen Ziffer und dem Anfangsbuchstaben des Gattungsnamens, Alter und Internodium mit arabischen Ziffern bezeichnet. CI. 1j. 1. J. bedeutet *Caragana*I, einjährig, 1. Internodium. Die Zahlen sind Durchschnittswerte, die Größen sind in μ angegeben. Es erfolgten zahlreiche Messungen. Die im folgenden angeführten beziehen sich auf: *I. Morus alba, II. Sophora japonica, III. Fraxinus excelsior.*

Morus alba.

	Kollenchym	Sklerenchym	Rindenp.	Bündel[2])	Holz	Mark
MI, 1j 4. J	↑ 54·6		54·6	91	309·4	1656·2
	↓ 54·6		36·4	0	278	1820
MII, 1j. 6 J.	↑ 54·6		72·8	91	400	1092
	↓ 36·4		54·6	72·8	345·8	1492
MI, 2j. 9 J.	↑ 54·6	0	43·5	91	382·2	1820
	↓ 36·4	36·4	50·9	54·6	105·5	2147

1) MOLISCH, H.: Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei, Jena 1916.

2) „Bündel" = primäre Bastbündel.

	Kollen-chym	Skleren-chym	Rindenp.	Bündel[1])	Holz	Mark
MII, 2 j. 8 J.	↑ 54·6	0	54·6	109·2	946·4	1820
	↓ 36 4	0	72.8	72·8	637	2457
MI, 3 j. 1. J.	↑ 54·6	36·4	36·4	91	2056	1820
	↓ 54 6	54·6	72·8	72·8	1883	2002
MII, 3 j. 1. J.	↑ 72·8	36·4	54·6	91	1547	1720·8
	↓ 36 4	91	72·8	54·6	2574	1820

Sophora japonica.

	Epider-mis	Kollen-chym	Rinden-par.	Bündel[1])	Holz	Mark
SI, 1 j. 1. J.	↑ 18·2	36 4	54·6	54·6	163·8	582.4
	↓ 36·4	54·6	54·6	54·6	182 0	600 6
SII, 1 j. 3. J.	↑ 36·4	54·6	54·6	36·4	436·6	527·8
	↓ 36·4	36·4	72·8	36·4	145·6	491·4
SII, 2 j. 2. J.	↑ 36·4	54·6	36·4	72·8	762·4	418·6
	↓ 36·4	54·6	54·6	54·6	546·0	582.4
SIII, 2 j. 1. J.	↑ 36·4	91·0	0	91·0	418·6	527·8
	↓ 18·2	109·2	72 8	72·8	1437.8	6734·0
SI, 3 j 1. J.	↑ 36·4	54·6	36·4	91 0	1073·8	5096·0
	↓ 54·6	54·6	72·8	36.4	891·8	6916·0
SIII, 4 j. 1. J.	↑ 36·4	91·0	0	54·6	2911·0	762·4
	↓ 36·4	91·0	127·4	72·8	2093·0	1001·0

1) „Bündel" = primäre Bastbündel.

Fraxinus excelsior.

			Periderm	Kollen-chym	Rinden-par.	Bündel[1])	Holz	Mark
1.	FI, 1 j. 1. J. L.	↑	72·8	91·0	218·4	91·0	435·0	2002·0
		↓	72·8	91·0	364·0	72·8	473·2	2093·0
	FII, 2 j. 1. J., L.	↑	91·0	72·8	200·2	91·0	762·4	2689·0
		↓	72·8	54·6	200·2	91·0	800·8	2365·0
	FIII, 3 j. 1. J. L.	↑	91·0	91·0	618·6	91·0	1255·8	3094·0
		↓	91·0	72·8	345·8	91·0	828·4	2275·0
2.	FII, 1 j. 1. J. K.	↑	109·2	163·80	309·4	91·0	418·6	2093·0
		↓	127·4	54·6	473·2	72·8	382·2	2093·0
	FII, 2 j. 1. J. K.	↑	91·0	91·0	827·6	91·0	855·4	2093·0
		↓	91·0	91·0	309·4	91·0	327·6	1456·0
	FII, 3 j. 1. J. K.	↑	273·0	127·4	163·8	109·2	1619·8	2457·0
		↓	109·2	91·0	273·0	91·0	618·8	2457·0

1. Vergleich zwischen aufrechten und hängenden Langtrieben. (L.)
2. Vergleich zwischen aufrechten und hängenden Kurztrieben. (K.). Siehe Text

---

Erklärung der Tafel III.

Abb. 1. Querschnitt durch die Rinde von *Morus alba*; zeigt die primären Bastbündel b und den sekundären Bastbelag b_1. Die Zellwände der Bastfasern sind mächtig verdickt, die Lumina spaltförmig.

Abb. 2. Zum Vergleich: Querschnitt durch die Rinde von *Morus alba pendula*; die Wände der primären Bastbündel b und der sekundären Bastbelege b_1 sind zart und durch den Druck der umgebenden Gewebe zusammengepreßt, die Lumina weit.

Abb. 3. Teile eines Querschnittes durch sekundäre Rinde und Holz von *Caraga naarborescens* mit primären Bastbündeln b und sekundären Bastbelegen b_1, deren Zellwände sehr stark verdickt sind: Lumina punktförmig oder unsichtbar.

---

1) „Bündel“ = primäre Bastbündel.

Abb. 4. Zum Vergleich: Teil eines Querschnittes durch sekundäre Rinde und Holz von *Caragana arborescens pendula*. Die Bastfasern der primären Bastbündel b und der sekundären Bastbelege b_1 sind sehr zart, das Lumen ist weit; die Wandungen der Holzzellen sind bedeutend schwächer als im aufrechten Vergleichsobjekt.

Bei der Anfertigung der Zeichnungen wurde verwendet: Mikroskop Leitz, Ok. 2, Obj. 6.

---

12. Hermann Ross: Dem Andenken der Forschungsreise von Spix und Martius in Brasilien 1817—20.

(Mit einer Abb. im Text.)

(Eingegangen am 10. Februar 1917.)

Vor hundert Jahren traten der Akademiker JOH. BAPT. SPIX und der junge Botaniker CARL FRIEDR. PHIL. MARTIUS in München ihre fast 4 Jahre dauernde Reise zur naturwissenschaftlichen Erforschung Brasiliens an. König Max I. hatte schon 1815 eine „literärische Sendung" zur naturwissenschaftilchen Erforschung des tropischen Amerika geplant und die Kgl. bayerische Akademie der Wissenschaften beauftragt, entsprechende Vorschläge zu machen. Der österreichische Hof benutzte die Gelegenheit der Vermählung der Erzherzogin Leopoldine mit dem Kronprinzen von Portugal, dem späteren Kaiser Dom Pedro I. von Brasilien, um eine Anzahl Naturforscher dem Gefolge der Erzherzogin anzugliedern. Bayerns König erreichte es, daß Münchener Gelehrte die Fahrt auf einer der beiden Fregatten, welche die Erzherzogin in die neue Heimat führten, machen durften, und daß ihnen für ihre Reise innerhalb Brasiliens möglichst vielseitige Unterstützung und Förderung zuteil wurde. Erst im Dezember 1816 erfuhren SPIX und MARTIUS, daß die Wahl auf sie gefallen sei, und so blieb ihnen nur wenig Zeit für eine wissenschaftliche Vorbereitung, sie mußten ihre ganze Kraft hauptsächlich einer möglichst zweckmäßigen Ausrüstung zuwenden.

Am 6. Februar 1817 verließen die beiden Gelehrten München und trafen nach 4 Tagen in Wien ein, dessen wissenschaftliche Schätze sie nach Möglichkeit für ihre zukünftigen Zwecke ausnützten. Dann ging es mit einem Teil des Gefolges der Erzherzogin nach Triest, aber erst am 10. April lichtete die Fregatte „Austria", auf welcher die Ueberfahrt gemacht wurde, die Anker. Die Leiden der Seefahrt

begannen sehr bald. Schon in der ersten Nacht herrschte eine starke Bora. Diese hatte dem Schiff so schweren Schaden zugefügt, daß es zur Ausbesserung den Hafen von Pola aufsuchen mußte. Wegen

Dr. Carl Friedr. Ph. v. Martius

starker Gegenwinde mußte Malta angelaufen werden. Ferner wurde in Gibraltar und Madeira gelandet. Alle diese Gelegenheiten benutzten unsere Naturforscher, um zu sammeln und Beobachtungen zu machen.

Der 29. Juni brachte sie über den „Erdteiler" und am 15. Juli betraten sie endlich das Land in Rio de Janeiro, auf das herzlichste begrüßt von Behörden, wohlwollenden Landsleuten, Freunden und Gönnern. 96 Tage hatte die Fregatte zu der in ihrem ganzen Verlauf durch ungünstige Winde erschwerten Reise gebraucht, welche ein Schnelldampfer jetzt in etwa 18 Tagen bewältigt.

Zunächst entwickelten die beiden bayrischen Naturforscher in der näheren und weiteren herrlichen Umgebung der Hauptstadt Brasiliens eine reiche Sammeltätigkeit. Am 8. Dezember 1817 konnten sie dann ihre Reise in das Innere des Landes antreten, und zwar ganz unabhängig von den österreichischen Kollegen.

Zunächst wandten sie sich südwestlich in großem Bogen nach S. Paulo, dann in nordöstlicher Richtung in die Provinz Minas Geraës, wo sie sich in Ouro Preto über zwei Monate aufhielten. Dann zogen sie nach Minas Novas, von hier westwärts durch die Campos zum Rio S. Franzisco und über diesen hinaus nach Carinhanha an der Grenze der Provinz Bahia. Diese fast der ganzen Breite nach durchquerend, erreichten sie am 10. November 1818 die Stadt Bahia und somit wieder die Küste. Die zu überwindenden Schwierigkeiten waren zum Teil außerordentlich groß, besonders in den heißen, wasserarmen Gebieten; so mußten die Reisenden zum Beispiel teilweise den Tau von den Felsen lecken, um nicht zu verdursten. Vom 13. Dezember bis 9. Januar 1819 machten sie einen Abstecher in südlicher Richtung nach Ilheos. Am 18. Februar verließen sie wieder Bahia, wandten sich nun in nordwestlicher Richtung und kamen am 25. März wieder an den Unterlauf des Rio S. Franzisco bei Joazeiro, wo sie bis zum 21. April blieben. Dann wandten sie sich, immer nordwestlicher Richtung folgend und einen kleinen Teil von Pernambuco berührend, Piauhy zu und gelangten bei S. Luiz do Maranhao wieder an das Meer. Am 20. Juli segelten sie nach der Mündung des Amazonenstroms und landeten nach fünf Tagen in Para. Von hier aus traten sie am 21. August in einem Ruderboote mit einheimischer Bemannung ihre Fahrt auf dem Amazonenstrom an, um ihn fast seiner ganzen Länge nach zu erforschen und auch noch Abstecher in mehrere der großen Nebenflüsse zu machen. Ueber Santarem und Manaos am Rio Negro nahe seiner Mündung, wo sie einige Tage Aufenthalt nahmen, erreichten sie am 25. November Teffe (Ega). Hier inmitten einer großartigen, von allen Gesichtspunkten aus noch wenig erforschten Natur und umgeben von urwüchsigen, teilweise von der Kultur noch gar nicht berührten Indianerstämmen, entschlossen sich SPIX und MARTIUS, um größere Gebiete durchforschen zu können, sich zu trennen und jeder für sich eine Zeitlang die Reise fortzusetzen,

um später dann wieder zusammenzutreffen. SPIX fuhr den Hauptstrom aufwärts und gelangte am 9. Januar 1820 nach Tabatinga an der Grenze von Peru. Von hier aus kehrte er nach Manaos zurück und begab sich den Rio Negro aufwärts bis nach Barcellos, um dann wieder nach Manaos zurückzukehren. MARTIUS dagegen benutzte den Rio Japurà, um an sein Ziel, die großartigen Wasserfälle in den östlichsten Ausläufern der Kordilleren an der Grenze von Ecador zu gelangen, die in der Luftlinie rund *2500* km von Para entfernt sind. Unter größten Mühseligkeiten und Gefahren erreichte er zwar sein Ziel am 28. Januar 1820, verlebte aber schwere Tage in der großartigen Wildnis, fieberkrank und schwer leidend durch Moskitos und blutgierige Stechfliegen, umgeben von wilden, zum Teil anfangs sehr feindlich gesinnten Indianerstämmen. Glücklicherweise hatte er in dem Milizenkapitän F. R. ZANY, einem geborenen Italiener, den er in Para kennen gelernt hatte, von Manaos an einen treuen und sachkundigen Begleiter gefunden. Seit 16 Jahren war dieser am Rio Negro ansässig und mit dem Amazonasgebiet und seinen Bewohnern sowie deren Sprache gut vertraut. Er begleitete MARTIUS auf seiner Fahrt zur Erforschung des Japurà, war schließlich aber auch sehr schwer am Fieber erkrankt. Da die als Ruderer angestellten Indianer nach und nach fortliefen, und neue Kräfte nicht zu beschaffen waren, mußte MARTIUS, obwohl selbst fieberkrank, nicht nur ZANY pflegen, sondern auch die Boote stromabwärts führen und alle unterwegs notwendigen, selbst die schwersten Arbeiten mitmachen. Die Expedition gelangte trotz großer Schwierigkeiten und Mühsale glücklich nach Teffe, wo aber ZANY, noch zu schwach für die lange Rückreise — und diese drängte — zurückbleiben mußte. MARTIUS konnte hier, wie überall, seine medizinischen Kenntnisse — er hatte von 1812—1816 in seiner Vaterstadt Erlangen Medizin studiert und war 1816 zum Dr. med. promoviert worden — ausgezeichnet verwerten. Er tat auch überall auf der langen Reise sein Möglichstes, um durch Rat und Tat seinen leidenden Mitmenschen zu helfen und zu nützen. Mit reichen Sammlungen, deren Fortschaffung den Bau eines neuen Bootes notwendig gemacht hatte, gelangte er dann nach Manaos (11. März), wo ihn SPIX schon erwartete. Auf der gemeinsamen Rückfahrt wurde dann nur ein kurzer Abstecher zu den Mauhé-Indianern am unteren Laufe des Rio Madeira gemacht, und am 16. April trafen die Reisenden mit dem umfangreichen Gepäck, vielen lebenden, sorgfältig gepflegten Pflanzen und zahlreichen lebenden Tieren sowie mehreren jungen Indianern vom oberen Laufe des Japurà nach fast achtmonatlicher Abwesenheit wieder in Para ein.

Am 14. Juni schifften sich die Forscher nach Europa ein, erreichten am 24. August Lissabon und kehrten über Madrid, Lyon und Straßburg am 8. Dezember 1820 nach fast 4jähriger Abwesenheit nach München zurück. Infolge des großen Entgegenkommens der brasilianischen Behörden und der ausgedehnten Gastfreundschaft und vielseitigen Hilfsbereitschaft der Bewohner, besonders dort ansässiger Deutscher, betrugen die Kosten der ganzen Reise nur 30 000 Gulden.

Die reiche wissenschaftliche Ausbeute der Reise gelangte auch vollständig und wohlbehalten nach München und wurde den Sammlungen der Kgl. bayerischen Akademie der Wissenschaften überwiesen. Die zoologische Ausbeute betrug an Säugetieren 85 Arten, Vögeln 350, Amphibien 130, Fischen 116, Insekten 2700 usw. Die botanischen Sammlungen umfaßten etwa 7000 Arten bzw. Varietäten, und zwar meist in gut und reichlich aufgelegten Exemplaren. Der wissenschaftliche Wert der gesammelten Pflanzen wurde dadurch wesentlich erhöht, daß MARTIUS an der Hand des frischen Materials ausführliche Beschreibungen (Observationes) in trockenem Zustande weniger gut erkennbarer Merkmale machte. Ferner hatte MARTIUS an Ort und Stelle eine Reihe von Skizzen von Charakterpflanzen, Pflanzenformationen und Vegetationsbildern angefertigt. Die ganze Tätigkeit der beiden Gelehrten ist um so höher einzuschätzen, als Sammeln, Herrichten, Trocknen, sachgemäßes Versorgen und Verpacken so großer Mengen von Naturobjekten auf einer langen, immer vorwärtsstrebenden Reise im tropischen, teils sehr regenreichen Klima außerordentlich viele Mühe und Schwierigkeiten bereitet. Neben dieser ihrer Hauptaufgabe botanischer und zoologischer Forschungen brachten die beiden Reisenden auch reiche Sammlungen ethnographischer, mineralogischer und anderer Gegenstände mit.

Nach ihrer Rückkehr erhielten SPIX und MARTIUS als Anerkennung ihrer hervorragenden Leistungen den Zivilverdienstorden und damit den persönlichen Adel. MARTIUS wurde bald darauf von der K. bayr. Akademie der Wissenschaften zum ordentlichen Mitgliede ernannt, ferner zum zweiten Konservator des botanischen Gartens, 1826 zum Professor der Botanik an der von Landshut nach München verlegten Universität und 1835 nach dem Tode VON SCHRANKs zum ersten Konservator des Botanischen Gartens[1]).

---

[1]) *Ausführliche Lebensbeschreibung geben:* A. W. EICHLER *in Flora* 52 (1869), 3. — C. F. MEISSNER, Denkschrift auf Carl FRIEDRICH PHIL. VON MARTIUS. München 1869. — J. URBAN in Flora Brasiliensis 1 (1906) 56.

Beide Gelehrte machten sich sogleich an die Bearbeitung der Ergebnisse der Reise. Zuerst gaben sie ein dreibändiges Quartwerk über die Reise selbst heraus[1]), welches für die Kenntnis Brasiliens von derselben Bedeutung geworden ist wie die Schriften ALEXANDERs VON HUMBOLDT für die nördlichen Teile Südamerikas und für Mittelamerika. SPIX veröffentlichte im Laufe der nächsten Jahre umfangreiche, meist von farbigen Tafeln begleitete Werke über die Affen, die Vögel und einen Teil der Amphibien und Reptilien. Die Gesundheit von SPIX hatte auf der Reise aber augenscheinlich stark gelitten und schon 1826 ereilte den kaum Sechsundvierzigjährigen der Tod. Unter MARTIUS' Fürsorge erschien nach und nach dann die Bearbeitung der übrigen Tiergruppen durch andere Zoologen.

Dem bei der Rückkehr erst 26 jährigen MARTIUS war es vergönnt, in seinem arbeitsreichen, langen Leben die botanischen Ergebnisse — und nur dieser soll hier eingehender gedacht werden — voll und ganz für die Wissenschaft zu verwerten. 1824—32 erschien ein 3 Bände starkes, von 300 handkolorierten Tafeln begleitetes Werk in Folio über die wichtigsten für die Wissenschaft neuen Pflanzen[2]). Die Tafeln geben dem Werke einen besonderen Wert, da nicht allein die Pflanzen in vortrefflicher, künstlerischer Weise dargestellt sind, sondern auch ausgezeichnete Analysen von Blüten, Früchten usw. gegeben werden. Die Reichhaltigkeit der Ausstattung verdankt dieses und andere Werke von SPIX und MARTIUS hauptsächlich der Unterstützung ihres hohen Gönners, König Max I. Nach dessen Tode (1825) hörte diese große Hilfe und Förderung leider auf, wodurch mancherlei finanzielle Schwierigkeiten und langsameres Erscheinen der Werke verursacht wurden. Während dieser Zeit veröffentlichte MARTIUS zahlreiche kleinere Arbeiten über einzelne Familien sowie über pharmazeutische, medizinische, sprachforschende, volkskundliche, sogar juristische Gegenstände.

Angeregt durch die majestätische Schönheit der Palmen Brasiliens und der damals herrschenden Unkenntnis über die „Fürsten der Pflanzenwelt" hatte MARTIUS diesen während der Reise ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet und eifrigst das sonst so schwierig zu beschaffende Material gesammelt. Er entschloß sich dann zu

---

1) Reise in Brasilien auf Befehl Sr. Majestät Maximilian Joseph I., Königs von Bayern, in den Jahren 1817 bis 1820 gemacht und beschrieben. München 1823—1831. — Ein guter Auszug daraus findet sich in H. SCHRAMM: C. F. PH. VON MARTIUS, Sein Lebens- und Charakterbild, insbesondere seine Reiseerlebnisse in Brasilien. 2 Bde. 8⁰. Leipzig 1869.

2) Nova genera et species plantarum Brasiliensium. Monachii 1824—32. 4⁰. 3 Bände.

ner Bearbeitung der ganzen Familie[1]), ein Prachtwerk größten mfanges mit 245 farbigen Tafeln (Ladenpreis 986 M.). In der bereits 823 erschienenen ersten Lieferung des zweiten Bandes wurden die almen Brasiliens behandelt. Die bildliche Darstellung der ganzen almen geschieht zum Teil in Form von Vegetationsbildern, zu denen ie Skizzen in den meisten Fällen von MARTIUS in Brasilien an Ort nd Stelle entworfen worden waren. Um dem Palmenwerke eine iöglichst große Vielseitigkeit zu geben, veranlaßte MARTIUS eeignete Fachgenossen die ihm ferner liegenden Gebiete wie Anamie, Morphologie und die fossilen Palmen zu bearbeiten.

Nicht nur den herrlichsten und stattlichsten Pflanzentypen atte MARTIUS seine Aufmerksamkeit während der Reise zugewandt, ondern auch die kleinen und unscheinbaren Formen nicht unbeachtet elassen, wie sein Werk über die Sporenpflanzen Brasiliens zeigt[2]). uch hier finden sich viele Einzelheiten auf den schönen Tafeln argestellt, zum Teil stark vergrößert.

Eine für die Wissenschaft wichtige Folge der brasilianischen eise war auch die Herausgabe des „Herbarium florae Brasiliensis". ermittels der angeknüpften Verbindungen konnten von 1837—1842 on dieser für die damalige Zeit außergewöhnlich guten und reichen ammlung trockener Pflanzen 1310 Nummern an Herbarien ler Länder abgegeben und so viel zur Kenntnis der brasilianischen flanzenwelt beigetragen werden.[3])

Ferner beabsichtigte MARTIUS, das gesamte von ihm und ideren gesammelte Pflanzenmaterial in einem umfassenden Werke, ner „Flora Brasiliensis" erscheinen zu lassen. Er gewann geeignete achgenossen für die Bearbeitung der einzelnen Familien oder ruppen, die ihnen besonders vertraut waren, und 1829 erschien die ste Lieferung, d. h. der erste Teil des II. Bandes, enthaltend die n CHR. GOTTFRIED NEES VON ESENBECK bearbeiteten Gräser, ihrend die zweite Lieferung, der 1. Teil von Band I, die von ARTIUS, NEES und ESCHWEILER bearbeiteten Algen, Flechten d Lebermoose umfaßte und 1833 veröffentlicht wurde. Dieses COTTAschen Verlage erschienene Werk in Oktav hatte aber augeneinlich keinen buchhändlerischen Erfolg und wurde daher nicht rtgesetzt.

---

1) *Historia naturalis Palmarum.* Lipsiae *1823—1850. Imp.-Folio. 3 vol.*

2) Icones selectae plantarum *cryptogamicarum* Brasiliensium. Monachii, pensis auctoris. 1826—31. Folio minor. 76 tab. col.

3) Herbarium florae Brasiliensis. Plantae Brasilienses exsiccatae, quas iominatas partim diagnosi ant observationibus instructas Botanophilis ert. Flora Bd. 20 21, 22, 24 (1837, 38, 39, 41).

MARTIUS gab aber den Gedanken einer Gesamtbeschreibung der Pflanzenwelt Brasiliens nicht auf und fand schließlich in dem österreichischen Kanzler METTERNICH einen Förderer seines Planes. König Ludwig I. von Bayern und Kaiser Ferdinand I. von Oesterreich wurden dafür gewonnen und 1840 erschien dann die erste Lieferung der neuen „Flora Brasiliensis", eines Werkes in Großfolio, noch weitgehender und noch großzügiger als der erste gescheiterte Versuch, in glänzender Ausstattung mit zahlreichen Tafeln. An der Leitung des umfangreichen Unternehmens beteiligten sich auch der Wiener Botaniker ENDLICHER, und bis zu dessen Tode (1849) waren 9 Lieferungen erschienen. Von dann an hatte MARTIUS allein die gesamte Leitung des verhältnismäßig langsam fortschreitenden Werkes in Händen. Die Bearbeitung der einzelnen Familien erfolgte auch hier durch Fachleute, die sich mit denselben besonders beschäftigt hatten. Tatsächlich aber wurde in den meisten Fällen nicht Brasilien allein, sondern auch die benachbarten Länder, also fast alle tropischen und subtropischen Gebiete Südamerikas mit Ausschluß der Kordilleren in das Werk hineingezogen, so daß vielfach aus den einzelnen Bearbeitungen ausgedehnte Monographien wurden. Da die allgemeine Leitung den vielbeschäftigten MARTIUS sehr in Anspruch nahm, kam er selbst nur dazu, 2 kleinere Familien zu bearbeiten; dagegen verfaßte er bei den meisten Familien die Abschnitte über die geographische Verbreitung und über den Nutzen und die Verwendung der Pflanzen, ferner überwachte er die Anfertigung der Tafeln, besonders auch die Herstellung der mühevollen Analysen. Von großem Werte für die Pflanzengeographie sind die meist nach Skizzen von MARTIUS entworfenen Vegetationsbilder (tabulae physiognomicae), welche 1840—1869 erschienen sind und den ersten Teil von Band I der „Flora Brasiliensis" bilden. Die ersten 42 Tafeln sind von einem ausführlichen Text begleitet, die übrigen (43—59) führen nur kurze Unterschriften. Durch zahlreiche andere Arbeiten hat MARTIUS die Pflanzengeographie im allgemeinen und besonders die Brasiliens wesentlich gefördert und zum Teil in neue Bahnen geführt.

In den fünfziger Jahren trat ein Wendepunkt für die „Flora Brasiliensis" ein. Es gelang MARTIUS, den Kaiser Dom Pedro II. von Brasilien für das Unternehmen zu gewinnen, und die brasilianische Regierung bewilligte einen jährlichen Zuschuß von 20 000 M. mit der Verpflichtung für MARTIUS, eine bestimmte Anzahl von Druckbogen und Tafeln jährlich fertigzustellen und der brasilianischen Regierung eine bestimmte Anzahl von Exemplaren abzuliefern. Infolge der jetzt reichlicher zur Verfügung stehenden Mittel schritten die Arbeiten rascher vorwärts.

Die großartigen Reiseeindrücke beherrschten den lebhaften ist von MARTIUS bis an sein Ende. Die meisten seiner zahlchen Arbeiten auf den verschiedensten Gebieten verdanken der Reise ihren Ursprung. Erst 1867 vollendete er ein großes und wichtiges Werk über die Sprachen, das Leben sowie die Vergangenheit und Zukunft der brasilianischen Indianer[1]). Seine Vorlesungen über seine Reise gehörten zu den besuchtesten an der Universität und der damals größte, über 600 Personen fassende Hörsaal reichte kaum aus.

Seit 1854 befand sich MARTIUS im Ruhestande und konnte sich nun umsomehr seiner literarischen Tätigkeit widmen. Er starb 1868, 74 Jahre alt. Bei seinem Tode war etwa ein Drittel der „Flora Brasiliensis", im ganzen 46 Lieferungen, erschienen; sie enthielten etwa 10 000 Arten und 1100 Tafeln. Er hatte aber für die Fortführung seines Lebenswerkes rechtzeitig und gut gesorgt, indem er den damaligen Privatdozenten an der Münchner Universität A. W. EICHLER dafür gewonnen hatte. Dieser trug zur Förderung des Unternehmens in jeder Weise bei und bearbeitete selbst mehrere schwierige Familien. Leider war es auch ihm nicht vergönnt, das Riesenwerk zu Ende zu führen, da ihn schon frühzeitig der Tod ereilte (1887). Dann übernahm I. URBAN die Leitung; seinen Bemühungen gelang es nach und nach, auch für die noch fehlenden, besonders schwierigen und umfangreichen Familien Bearbeiter zu gewinnen, und 1906 das ganze, 40 stattliche Bände in 130 Lieferungen umfassende Werk zum Abschluß zu bringen. Dasselbe enthält 20 733 Halbfolioseiten und 3811 Tafeln. Beschrieben sind darin 2253 Gattungen und 22 767 Arten, von denen 5939 neu für die Wissenschaft waren. Der Ladenpreis dieses in seinem Umfang und Inhalt einzig dastehenden Werkes beträgt 4372 M. An den wissenschaftlichen Arbeiten beteiligten sich im ganzen 65 Mitarbeiter, darunter 38 Deutsche[2]).

Eine der wichtigsten Grundlagen für die „Flora Brasiliensis" bildeten naturgemäß die Sammlungen von MARTIUS selbst. Diese sind einer der wertvollsten Bestandteile des Münchner Herbars, das seit 1914 in dem neuen Botanischen Institut in Nymphenburg eine seiner wissenschaftlichen Bedeutung entsprechende Aufstellung gefunden hat. Am 9. Juni 1905 wurde MARTIUS ein schlichtes,

1) Beiträge zur Ethnographie und Sprachenkunde Amerikas, zumal Brasiliens. 2 Bde. 8⁰. Leipzig 1867.

2) Vgl. I. URBAN, Martii Flora Brasiliensis. Abhandl. d. Botan. Vereins der Prov. Brandenburg. 49 (1907), 1.

aber würdiges Denkmal[1]) in Form einer Büste gesetzt, welche dann auch in den neuen Botanischen Garten übergeführt wurde. Möge dasselbe dazu beitragen, dem unermüdlichen Forscher ein dauerndes Andenken zu sichern, dem die in Brasilien gewonnenen Eindrücke seiner Jugend als Grundlage und Richtschnur dienten für sein arbeitsreiches Leben. Bis zuletzt hat er die Kenntnis des ihm lieb gewordenen Landes gefördert und demselben zu nützen gesucht, zwar nicht durch Kolonisation und materielle Verbesserungen, sondern durch die Mehrung ideeller Güter, die schönste Art deutscher Kulturarbeit.

München, Kgl. Botanisches Museum (Herbarium),
den 6. Februar 1917.

---

13. Hugo de Vries: Halbmutanten und Zwillingsbastarde.

(Eingegangen am 17. Februar 1917.)

Seitdem man weiß, daß Mutationen vor der Befruchtung stattfinden, liegt es auf der Hand, daß mutierte Sexualzellen bisweilen mit nicht mutierten kopulieren müssen, ja daß sie mit solchen häufiger zusammentreffen müssen als mit gleichsinnig mutierten. Daraus folgt aber, daß es zu jeder vollen Mutation auch eine halbe Mutation geben muß. Die ersteren sind in ihrer Nachkommenschaft erblich und konstant, das braucht aber offenbar von den Halbmutanten nicht zu gelten. In diesen können Spaltungen auftreten, welche ähnlichen Gesetzen folgen wie die Bastarde. Umgekehrt können Spaltungen, welche diesen Gesetzen genügen und bei mutierenden Arten beobachtet werden, Folgen von solchen halben, d. h einseitigen Mutationen sein. Dadurch entsteht die Frage, ob die Zwillingsbastarde vielleicht einen solchen Fall von Spaltung von Halbmutanten darstellen.

Halbmutanten können in ihren Spaltungen genau den Mendelschen Gesetzen folgen. Sie sind aber dennoch keine Bastarde im eigentlichen Sinne. Denn Bastarde entstehen durch die geschlechtliche Verbindung von verschiedenen Rassen, sei es nun daß diese Arten oder

1) Vgl. K. GOEBEL, Zur Erinnerung an C. F. PH. VON MARTIUS, Gedächtnisrede bei Enthüllung seiner Büste im K. Botanischen Garten am 9. Juni 1905. München 1905.

Varietäten oder einfach Zuchtfamilien sind. Halbe Mutanten entstehen aber in unseren Versuchen durch Selbstbefruchtung innerhalb reiner Linien; ihnen fehlt somit der hybride Ursprung. Sie gehen aus mutierten Sexualzellen hervor und bilden dadurch wichtige Argumente für die Mutationstheorie. Sind nun die Zwillingsbastarde auf solche halbe Mutationen zurückzuführen, so können sie offenbar nicht, wie es einige Verfasser versucht haben, als Argumente gegen die Theorie benutzt werden.

Das klarste Beispiel für die Existenz von Halbmutanten bildet wohl die *Oenothera Lamarckiana mut. semigigas*, welche 21 Chromosomen in ihren Kernen führt und mit dem eigenen Pollen nahezu steril ist. Sie rührt offenbar von der Kopulation von in *Gigas* mutierten Gameten mit normalen her und hat denn auch die Eigenschaften der künstlichen Bastarde zwischen *O. mut. gigas* und ihrer Mutterart. Ein anderes Beispiel bildet *Oenothera Lamarckiana gigas mut. nanella*. Diese Zwerge entstehen alljährlich in etwa 1 % der Nachkommenschaft von *Gigas*, aber außerdem entstehen halbe Mutanten, welche äußerlich den normalen Individuen von *Gigas* gleich sind, aber nach Selbstbefruchtung sich nach dem Mendel'schen Gesetze für Monohybriden in drei Typen spalten: konstante Zwerge, konstante hohe Exemplare und Halbmutanten, welche in ihrer Nachkommenschaft die Spaltung wiederholen können.

Aus diesen Überlegungen entsteht die Aufgabe, für jede Mutation zu entscheiden, ob sie eine halbe oder eine volle ist, und zweitens die zugehörige andere Mutationsform aufzusuchen. Volle Mutationen müssen offenbar etwa im Quadrate seltener sein als halbe oder mit anderen Worten, es müssen die halben Mutationen zu bekannten vollen leicht, aber die vollen Mutationen zu bekannten halben sehr schwer zu begegnen sein. Die letzteren kann man aber auf einem Umwege erhalten, falls sie nach Selbstbefruchtung der halben in ähnlicher Weise wie bei den Mendel'schen Bastarden abgespalten werden.

Findet diese Abspaltung nach der Formel für die Monohybriden statt, so müssen die Halbmutanten zweierlei Art von Gameten hervorbringen und zwar normale und solche, welche das Merkmal der betreffenden Mutation tragen. Diese letzteren sind somit nicht primär mutiert, sondern bedingen nur Wiederholungen der primären Mutation. Diese kann man sekundäre Mutationen nennen. Nach der Selbstbefruchtung treten sie in etwa einem Viertel der Nachkommen auf und rufen dadurch die Erscheinung ins Leben, welche zuerst von BARTLETT beschrieben und als Massenmutation bezeichnet wurde.

Kreuzt man nun solche Halbmutanten mit zweierlei Art von Gameten, mit anderen Arten, so werden offenbar Bastardzwillinge

entstehen können. Der eine Zwilling rührt dann von der Befruchtung der normalen und der andere von jener der sekundär mutierten Sexualzellen her. Wendet man dieses auf die Zwillingsbastarde von Arten an, z. B. von *Oenothera Lamarckiana* oder *O. grandiflora*, so entsteht die Frage, ob auch hier eine sekundäre Mutation vorliegt, welche diese Spaltung bedingt. Wie wir unten sehen werden, ist die Massenmutation im letzteren Falle wirklich vorhanden, im ersteren aber wenigstens nicht sichtbar. Man kann dann die Mitwirkung von letalen Faktoren annehmen, welche die sekundär mutierten Keime innerhalb der Samen töten. Die Existenz solcher letalen Faktoren wurde zuerst von MORGAN und seinen Mitarbeitern bei der Fliege Drosophila nachgewiesen; sie können offenbar nur sprungweise entstehen wie andere Mutationen, und nicht in Folge ihres Nutzens durch allmählige Steigerung geringer Variationen sich ausbilden. Die Notwendigkeit der Annahme letaler Erbschaftseinheiten bildet also an sich eine Stütze der Theorie. Wo man bei den Oenotheren solche Faktoren anzunehmen hat, findet man in den Kapseln eine entsprechende Anzahl leerer Samen, und diese enthalten nach RENNER's Untersuchungen frühzeitig abgestorbene Keime.

Die Zwillingsbastarde von *Oenothera Lamarckiana* können also als die Folge einer unsichtbaren sekundären Mutation betrachtet werden. Ist diese letztere ebenso alt wie die Art selbst oder vielleicht älter, oder ist sie später entstanden als die übrigen Artmerkmale? Im letzteren Falle wäre unsere jetzige *Lamarckiana* als eine abgeleitete Form der ursprünglichen Art zu betrachten. Da aber *O. grandiflora*, welche sehr nahe mit der *Lamarckiana* verwandt ist, bei Kreuzungen ganz ähnliche Zwillinge hervorbringt, ist es auch sehr wohl möglich, daß beide Arten diese Eigentümlichkeit einem gemeinschaftlichen Vorfahren verdanken, und daß die Eigenschaft somit älter wäre als die übrigen Merkmale beider Arten. Solche Fragen entziehen sich aber augenblicklich der Beantwortung und haben nur Nutzen, insoweit sie imstande sind unsere Einsicht in die tatsächlich beobachteten Vorgänge zu klären.

Die beschriebene Unsichtbarkeit fällt aber weg, wenn man nicht mit einer von außen eingeführten Art oder Varietät sondern mit einer im eigenen Garten entstandenen Mutation arbeitet. Aus diesem Grunde will ich das Verhalten von *Oenothera rubrinervis* in den Vordergrund stellen. Diese durch schmale, rinnige Blätter, graue Behaarung, schüsselförmige Blumen und andere Merkmale, besonders aber durch die auffallende Sprödigkeit aller ihrer Organe ausgezeichnete Form, entsteht in meinen Kulturen seit etwa zwanzig Jahren nahezu alljährlich aus den reinen künstlich selbstbefruchteten Linien von *O. La-*

ckiana. Dieses regelmäßige Vorkommen könnte bereits darauf
veisen, daß sie vielleicht eine Halbmutante ist, denn das zufällige
ammentreffen zweier gleichsinnig mutierten Sexualzellen dürfte
seltener sein. Früher hielt ich *O. mut. rubrinervis* für durchaus
örmig und konstant, weil in allen Rassen dieses Namens alle
ividuen im gleichen Grade spröde sind. Im Frühling 1913 beob-
ete ich dann zuerst einen Unterschied unter den Keimpflanzen, von
n einige etwas breitere Blätter von reinerer grüner Farbe hatten.
e Pflanzen hatten im Hochsommer gleichfalls breitere und mehr
e Brakteen als die übrigen und stellten auch durch ihre Tracht
n eigenen Typus dar. Ich nenne ihn *O. mut. deserens*, es waren
zu ein Viertel aller Individuen und die Erscheinung war somit
leutlicher Fall von Massenmutation. Seitdem habe ich gefunden,
O. rubrinervis stets diese neue Form und in entsprechend hohen
ältnissen abspaltet.

Um dieses zu erklären, nehme ich an, daß *O. rubrinervis* die Halb-
ante von *O. deserens* ist. Mit anderen Worten, daß in *O. Lamarck-*
von Zeit zu Zeit Gameten in *O. deserens* mutieren und dann mit
nalen kopulieren. Ferner nehme ich an, daß die so entstandenen
mutanten sich nach Selbstbefruchtung entsprechend dem
DEL'schen Gesetze für Monohybriden spalten. Daraus folgt
, daß *O. rubrinervis* in jeder Generation zweierlei Art von Gameten
n muß, deren eine ohne Veränderung von *O. Lamarckiana* geerbt
le, während die andere die Mutation in *deserens* enthält. Diese
en Arten von Gameten müssen in annähernd gleicher Anzahl
orgebracht werden. Bei der Selbstbefruchtung geben sie zu etwa
m Viertel *O. deserens*, zu zwei Viertel *O. rubrinervis* und zu einem
tel Keime, welche beiderseits den letalen Faktor von *O. Lamarck-*
erhalten und somit im Samen zu Grunde gehen müssen. Diesen
erungen entspricht die Erfahrung, denn *O. rubrinervis* enthält
twa einem Viertel leere Samen, und aus den keimenden Samen
men alljährlich etwa ein Drittel *O. deserens* hervor.

Bei der Kreuzung von *O. rubrinervis* mit anderen Arten entstehen
nntlich zumeist die Zwillinge *Laeta* und *Velutina*. Daß von diesen
ine aus den mutierten, der andere aber aus den nicht mutierten
alzellen hervorgeht, läßt sich unmittelbar beweisen. Man braucht
nur die betreffenden Kreuzungen einerseits mit *O. deserens* und
erseits mit *O. Lam. mut. velutina* zu wiederholen. Die ersteren
indungen geben die *Laeta*, die letzteren die *Velutina*, und diese
nen in allen bis jetzt untersuchten Fällen genau mit den beiden
ingen aus *O. rubrinervis* überein. Damit ist aber der volle Beweis
ert, daß die Zwillinge, wenigstens in diesem Falle, eine Folge der
ndären oder Massen-Mutation sind.

Genau so wie *O. rubrinervis* verhält sich eine viel jüngere Mutante *O. erythrina*, welche eine Halbmutante von *O. decipiens* ist, und in ihren Zwillingen die einförmigen Bastarde dieser Form und diejenigen von *O. Lam. mut. velutina* verbindet.

Wie diese beiden Halbmutanten verhält sich auch die von mir bei Castleberry in Alabama gesammelte Art *O. grandiflora* Ait. Als sekundäre Mutation bringt sie alljährlich eine schwache Form hervor, welche sich durch breite flache Blätter, weit abstehende Verzweigung, niedrige Tracht und gelblich grüne Farbe des Laubes unterscheidet. Ich nenne diese *O. grandiflora mut. ochracea*, sie umfaßt nahezu ein Drittel der Individuen und ist somit eine typische Massenmutation. Außerdem sind die Samen von *O. grandiflora* zu etwa einem Viertel leer. Die Verhältnisse sind somit in der Hauptsache genau dieselben wie bei *O. rubrinervis*, und dieselbe Erklärung muß für sie gültig sein. Wir stellen uns somit vor, daß ursprünglich eine Sexualzelle von *O. grandiflora* in *O. ochracea* mutierte, daß diese mit einem normalen Gameten kopulierte und daß ferner in den nicht mutierten Gameten ein letaler Faktor entstand. Die Selbstbefruchtung muß dann zu einem Viertel *Ochracea*, zu einem anderen Viertel leere Samen und zur Hälfte Halbmutanten vom elterlichen Typus geben, und dieses stimmt mit der Erfahrung überein. Bei der Kreuzung mit anderen Arten entstehen zu gleichen Teilen Zwillinge und dieses muß auf dieselbe Ursache zurückgeführt werden. Die Richtigkeit dieser Folgerung kann nun teilweise experimentell geprüft werden, und zwar durch Kreuzungen von *O. ochracea*. Diese ergaben, so weit untersucht, den Bastard *Laeta* und nur diesen. Die andere Komponente von *O. grandiflora* ist bis jetzt noch nicht in den Kulturen aufgetreten, und die Behauptung, daß sie den Zwilling *Velutina* gibt, kann somit noch nicht unmittelbar bewiesen werden.

Die an *O. rubrinervis* und *O. grandiflora* gemachten Erfahrungen wollen wir nun anwenden zur Erklärung der Zwillingsbastarde von *O. Lamarckiana*. Diese Art hat keine sichtbare Massenmutation, dafür enthalten ihre Samen aber doppelt so viele leere Körner als diejenigen der beiden genannten Typen. Wir nehmen deshalb eine latente Massenmutation an, sowie zwei letale Faktoren, deren einer die nicht mutierten Keime tötet, während der andere die Weiterentwickelung der mutierten Keime im Samen verhindert. Bei der Selbstbefruchtung bleiben dann nur die Keime am Leben, welche durch die Verbindung der mutierten mit den nicht mutierten Gameten entstehen, und aus diesen wiederholt sich die Art als eine scheinbar konstante Form.

Offenbar können die letalen Faktoren durch weitere Mutation wieder vital werden, und in diesem Falle kann der Typus der latenten Massenmutation ans Licht treten. So erkläre ich mir das Auftreten der bereits erwähnten Form *O. Lam. mut. velutina*, welche bei Kreuzungen

mit anderen Arten keine Zwillinge, sondern nur die dem Typus *Velutina* entsprechenden Bastarde gibt. Diese Mutante ist in meinem Garten im Jahre 1907 zuerst aufgetreten, sie stellt eine konstante Rasse dar, welche alle Eigenschaften einer reinen *Velutina* besitzt, sowohl in ihren sichtbaren Merkmalen, wie in ihrem erblichen Verhalten.

Ich stelle mir somit vor, daß in *O. Lamarckiana* ursprünglich eine Mutation einer Sexualzelle in *Velutina* stattgefunden hat, und daß diese mit einem normalen Gameten kopulierte. Dadurch muß dann eine Halbmutante entstanden sein, welche in ihrer Nachkommenschaft sich in drei Typen spalten mußte. Zwei von diesen wurden aber am Leben verhindert durch letale Faktoren und nur der gemischte Typus konnte am Leben bleiben, da in ihm die beiden fraglichen Faktoren ihre Wirkung nicht häufen konnten. Diese lebensfähigen Keime wachsen dann zu normalen *Lamarckiana*-Pflanzen aus, welche in ihrer Nachkommenschaft die unsichtbare Massenmutation alljährlich wiederholen. Auf der letzteren beruht die Entstehung der Zwillinge bei Kreuzungen, und zwar müssen die mutierten Gameten die *Velutina*, aber die normalen die *Laeta* erzeugen. Die *Velutina*-Zwillinge sind aber erfahrungsgemäß den einförmigen Bastarden der *O. Lam. mut. velutina* in allen Fällen und in allen Punkten gleich, und somit ist der experimentelle Beweis für die Auffassung so vollständig, wie er augenblicklich nur sein kann. Dazu kommt, daß *O. Lam. mut. velutina* die Art selbst in Zwillinge spalten muß, deren einer der Mutter und deren anderer dem Vater äußerlich gleich sein muß. Auch diese Folgerung wurde durch die Erfahrung bestätigt.

Aus diesen Auseinandersetzungen sehen wir, daß wildwachsende Arten bisweilen sichtbare oder unsichtbare Massenmutationen hervorbringen können, und solche sind bekanntlich auch für andere Fälle, z. B. *O. pratincola* und *O. Reynoldsii*, von BARTLETT nachgewiesen worden. Im Freien ist die stetige Wiederholung offenbar an die Bedingung gebunden, daß die fragliche Mutante nicht kräftiger ist als die Art selbst, und diese somit nicht zu verdrängen und auszumerzen vermag.

Eine merkwürdige Folgerung aus unserer Auffassung soll schließlich noch besprochen werden. Falls Arten mit alljährlicher Massenmutation weiter zu mutieren fortfahren, so entsteht die Frage ob die neuen Typen in den normalen Gameten oder in den mutierten oder vielleicht gar in beiden auftreten. Das letztere dürfte selten sein, ist aber a priori keineswegs ausgeschlossen. Die oben erwähnten Mutationen in *deserens*, *decipiens* und *ochracea* fanden in den *Laeta* bildenden Gameten statt, andere Umbildungen dürfen aber in den *Velutina* erzeugenden Geschlechtszellen erwartet werden. Es gibt ein empi-

risches Mittel auch diese Frage zu entscheiden, indem man von den fraglichen Mutanten Zwillinge erzeugt, und von diesen die folgenden Generationen kultiviert. Wird dann die fragliche Eigenschaft von nur einem der Zwillinge abgespalten, so darf dieses wohl als ein Beweis dafür gelten, daß die ursprüngliche Mutation nur in dem entsprechenden Typus der Gameten auftrat. Kreuzt man z. B. *O. Lam. mut. nanella* mit anderen Arten, so entstehen dieselben Zwillinge, wie aus *O. Lamarckiana* selbst. Von diesen spalten aber die *Velutina* stets, die *Laeta* niemals Zwerge ab, und dieses weist, nach der hier vertretenen Auffassung, darauf hin, daß die Zwergmutationen in den *Velutina*-Gameten von *O. Lamarckiana* stattzufinden pflegen. Eine ähnliche Betrachtung läßt sich auf *O. Lam. mut. lata* anwenden. Diese wird durch Kreuzungen mit anderen Arten gleichfalls in *Laeta* und *Velutina* gespalten, daneben treten aber bereits in der ersten Generation Pflanzen mit den Merkmalen der *lata* selbst auf. Diese ergeben sich nun nahezu stets gleichzeitig als *Velutina*. Die Verbindung *Lata-laeta* fehlt durchaus oder ist doch so selten, daß sie als Ausnahme zu betrachten ist. Somit muß man annehmen, daß die ursprünglichen Mutationen von *O. Lamarckiana* in *Lata* gleichfalls in den *Velutina*-Gameten stattfinden. In ähnlicher Weise lassen sich andere Mutationen untersuchen.

Oenothera Lamarckiana mut. gigas ist offenbar durch die Kopulation von zwei in *Gigas* mutierten aber sonst normalen Gameten entstanden. Dabei können die *Velutina*- Hälften von *O. Lamarckiana* nicht mitgewirkt haben und aus diesem Grunde fehlt der *O. gigas* die Eigenschaft, bei Kreuzungen mit anderen Arten Zwillinge zu erzeugen. Sie besitzt die betreffende latente Massenmutation nicht.

Manche andere Fälle lassen sich aus dem Prinzipe der Massenmutation und der letalen Faktoren erklären, doch muß ich dieses für die Spezial-Untersuchungen vorbehalten.

Schließlich tritt an uns die Frage heran, ob die sichtbaren bzw. unsichtbaren Massenmutationen vielleicht die Ursache oder doch wenigstens ein fördernder Umstand für weitere Mutationen sind. Ich kann darauf bis jetzt nur antworten, daß *O. mut. rubrinervis*, welche Massenmutation in *O. deserens* aufweist und zu etwa einem Viertel leere Samen hat, dennoch fast gar nicht mutiert, und daß ihr jedenfalls die sonst häufigen Mutationen, wie z. B. in *Nanella*, abgehen. Eine Erklärung der sonstigen Mutabilität darf man somit von den Massenmutationen nicht erwarten.

Das wichtigste Ergebnis aus diesen kurzen und nur vorläufigen Mitteilungen scheint mir aber zu sein, daß *O. grandiflora* Ait. aus Alabama, sowie *O. Lamarckiana mut. rubrinervis* Massenmutationen aufweisen, welche die Ursache der Entstehung von Zwillingen aus

ıren Artkreuzungen sind. In *O. Lamarckiana* selbst ist dann eine ırch letale Faktoren unsichtbar gemachte Massenmutation in *Vetina* anzunehmen, welche denselben Erfolg hat. Für jede Mutation t nun die Frage zu entscheiden, ob sie eine halbe oder eine volle ist ıd die andere zu ihr aufzufinden, sowie die weitere Aufgabe zu erıitteln, ob sie in den normalen Gameten der Art auftritt oder in dennigen, welche die Massenmutation bedingen. Manches läßt sich aus m vorhandenen Tatsachenmaterial bereits mit einiger Wahrscheinchkeit ableiten, doch scheint mir eine weitere experimentelle Prüfung den meisten Fällen unabweislich.

Nachschrift. Im Momente der Absendung der obigen vorufigen Mitteilung erhielt ich das zehnte Heft des vorigen Bandes eser Berichte, mit dem Aufsatze RENNER's über „Die tauben ımen der *Oenotheren*". Seine *umfangreichen* Berechnungen sind it der oben vorgetragenen Ansicht im wesentlichen in Übereinmmung und bilden eine sehr willkommene Stütze für meine Beuptung, daß die Spaltbarkeit, welche die Erscheinung der Bastardillinge bedingt, eine Folge, und nicht die Ursache, des mutabelen ıstandes der Oenotheren ist.

14. C. Wehmer: Leuchtgaswirkung auf Pflanzen.
Die Wirkung des Gases auf Sporen- und Samenkeimung.

(Mit 8 Textabbildungen.)

(Eingegangen am 17. Februar 1917.)

Leuchtgas gilt bekanntlich als giftig für Pflanzen, experimen-l nachgewiesen ist zwar Schädigung und Absterben insbesondere n Bäumen unter Wirkung eines wochen- oder monatelang dem urzelsystem zugeleiteten Gasstromes, welcher besonderen Art aber diese direkte oder indirekte Schädigung ist, wurde bislang nicht näher untersucht; unentschieden ist auch, welche von den zahlreichen Gasbestandteilen dabei in erster Linie in Frage kommen, so daß neuerdings[1]) selbst wieder die Ansicht vertreten wurde, das Gas wirke dabei lediglich erstickend auf die Wurzeln (Sauerstoff-

1) SORAUER, P., Landwirtschaftl. Jahrb. 1915, 48, 279, insbesondere 306—307. Gleicher Meinung war früher schon BRIZI, Staz. Sperim. Agrar. Ital. 36, 1903.

mangel infolge Verdrängung der Bodenluft). Diese Fragen sind natürlich nur durch besondere Versuche zu klären, sie können nicht durch mehr beiläufige Feststellungen oder gar nur mikroskopische Untersuchungen beantwortet werden.

Anlaß zu einem etwas näheren Verfolg gab mir die Bearbeitung eines umfangreichen Gasschadens, bei dem Parteien und Gutachter angesichts der bestehenden Unsicherheit über die Art der Gaswirkung sehr verschiedener Meinung waren; einzelne Beobachtungen regten dabei Fragen an, die ich dann weiter zu verfolgen beschloß. Als Resultat ergab sich alsbald, daß die Verhältnisse weit komplizierter liegen, als man vielleicht im voraus anzunehmen geneigt ist. Eine geeignete Grundlage zur Beurteilung dieser schienen mir deshalb vorweg Versuche mit Samen und Pilzsporen, über deren Ergebnis hier zunächst berichtet werden soll.

Zur Verwendung kam das Gas, wie es die Leitung des Laboratoriums im zweiten Halbjahre 1916 lieferte, seine Untersuchung darf ich an dieser Stelle[1]) übergehen, im allgemeinen stimmte es mit der des sonstigen hannoverschen Straßengases und mit der dieses überhaupt überein (Hauptbestandteile: Wasserstoff, Methan und Kohlenoxyd, zusammen etwa 90 %, einige Prozent Aethylen, Benzol u. a., geringe Mengen Schwefelverbindungen, etwa 0,6 Schwefel in 1 cbm, Spuren von Ammoniak, Cyanverbindungen usw., neben einigen Prozent Stickstoff, Kohlensäure und Spuren Sauerstoff). Bei dem für die Versuche meist angewandten Volumen von 4 l (Glocken mit 1—2 Hahnverschlüssen) wird man den spurenhaften Verunreinigungen für die Wirkung vorweg kaum Bedeutung beimessen wollen, meine Resultate mahnen da aber zu großer Vorsicht.

Die verschiedenen Pilze und Bakterien (7 Arten) verhielten sich in einer Atmosphäre unverdünnten Leuchtgases meist nicht wesentlich anders als in sauerstofffreier Luft, sie wurden entweder in der Entwicklung gehemmt, setzten diese aber nach Ersatz des Gases durch Luft alsbald fort, oder ihre Sporen wuchsen überhaupt sogleich aus und das Wachstum ging wochenlang unter Gas weiter. Es ergab sich sehr bald, daß dies verschiedene Verhalten sich ganz mit dem gegen Sauerstoff deckte, nur fakultativ oder streng anaerobe wuchsen im Gas (gewisse *Mucor*-Arten, Hefe, eine *Oidium*- und *Bacterium*-Art), streng aerobe kamen bestenfalls auch in Wochen nur zu

1) **In einer ausführlichen Arbeit komme ich auf Einzelheiten, (Versuchsanstellung und anderes) zurück, auch die bisherige Literatur über Gaswirkung wird da näher berücksichtigt. Die unten mitgeteilten Versuche sind nur ein Auszug aus derselben.**

1. Verhalten von Pilzaussaaten (Gelatineröhrchen) in einer Leuchgasatmosphäre[1]).

Spezies	Aussehen der Kultur nach Tagen			Nach Verdrängung des Gases durch Luft:	
	3 Tage	10 Tage	30 Tage	2 Tage später	5—10 Tage später
1. *Aspergillus niger*	0	0	0	—	—
2. „	0	Spur von Myzel im Impfstrich	spärliches Myzel im Impfstrich	lebhaftes Wachstum	üppiger dunkler Konidienrasen
3. *Penicillium variabile*	0	0	0	—	—
4. „	0	schwaches Myzel im Impfstrich	breiter Strich von sterilem Myzel	schnelles Wachstum	voller grüner Konidienrasen
5. *Merulius lacrymans*	0	0	0	0	0
6. *Mucor Mucedo*	0	0	0	—	—
7. „	0	0	Spur-Myzel	sichtbares Wachstum	Myzelhaut mit Sporangienträgern
8. *Mucor hiemalis* (Stichkultur)	graues Myzel	Oberfläche von Myzel bedeckt		—	Myzel mit Sporangienträgern
9. „ (Stichkultur)	Gasblasen in der Gelatine	Andauernd große Gasblasen in der Gelatine		—	—
0. *Mucor*-Spezies (aus Erde isoliert)	Myzel auf Impfstrich	Oberfläche mit starkem grauen Myzel		—	Sporangienbildung
1. „ (Stichkultur)	Gasblasen	Gelatine dauernd mit Gasblasen durchsetzt		—	—
2. *Oidium*-Spezies (aus Preßhefe isoliert)	Myzel im Impfstrich	grauer Mycelbeleg auf Oberfläche		verstärktes Wachstum zu derbem rötlich-grauen Myzelbeleg	
3. *Saccharomyces*-Spezies (aus Preßhefe isol.)	Wachstum	im Impfstrich dicker grauer Hefestrich		—	—
4. *Bacterium*-Species (aus Preßhefe)	Wachstum	grauer Impfstrich-Beleg		—	—
5. „ (Stichkultur)	Gasblasen	andauernd große Gasblasen in der Gelatine		—	—

1) Die Kulturröhrchen standen umgekehrt in einem NOVYschen Anaeroben-Apparat, der Wattepfropf wurde unmittelbar vorher entfernt und durch den Apparat ein halbstündiger Leuchtgasstrom geleitet. Nach Verschluß der Glashähne Aufstellen bei Zimmertemperatur (± 18°) im zerstreuten Tageslicht. Bei jedem Versuch je eine von allen Spezies; wiedergegeben ist hier nur ein Teil der Versuche.

kümmerlicher Entwicklung (*Aspergillus niger*, *Penicillium variabile*), bildeten dann aber der freien Luft ausgesetzt in kurzem üppige Conidienrasen. Allein der auch sonst empfindliche *Merulius lacrymans* starb unter Gas sicher ab. Sporenbildung unterblieb aber stets, dagegen kam es zu lebhaften Gärungserscheinungen bei *Mucor hiemalis*, Hefe u. a.

Man darf ruhig annehmen, daß verwandte Mikroorganismen sich im ganzen ähnlich verhalten, das Leuchtgas für sie also meist nicht den Charakter eines „Giftes" hat.

Bei grünen Pflanzen liegen die Verhältnisse schon etwas anders, tatsächlich ergab sich aber, daß die Samen mancher Arten ein ähnliches Verhalten wie die Sporen aerober Pilze zeigen, auch für sie ist das Gas kein akutes Gift; das gilt z. B. für die von mir genauer verfolgte Gartenkresse (*Lepidium sativum L.*), welche sich aus mehreren Gründen vorzugsweise für solche Experimente eignet, aus denen auch die Art der Leuchtgaswirkung klar hervorgeht.

Kressesamen keimen nie in reiner Gasluft, sie quellen etwas, ohne daß es auch nach Wochen zur Durchbrechung der Samenschale kommt, während an der Luft das Würzelchen schon nach 1—2 Tagen hervortritt (± 20°). Gesunde kräftige Samen sterben dabei aber keineswegs ab, ersetzt man z. B. nach 20 Tagen das Gas durch atmosphärische Luft, so beginnt schon am 2. Tage bei vielen die Keimung, auch die zur Ausbildung normaler grüner Pflänzchen führende Entwicklung verläuft wie sonst. Der 20tägige Aufenthalt unter Leuchtgas vermag also die *wasserhaltigen Samen nicht zu töten*, das ausbleibende Keimen ist lediglich Folge irgendeiner Hemmung. Natürlich kann daran schon der Sauerstoffmangel des unverdünnten Gases schuld sein, unter einer Wasserstoff-Atmosphäre blieben alle Samen gleichfalls 20 Tage lang ohne irgendwelche Keimungserscheinungen, sie entwickelten sich dann nach Luftzufuhr schnell zu normalen grünen Pflänzchen[1]). Daß aber keineswegs der Sauerstoffmangel dabei allein in Frage kommen kann, stellt man unschwer fest, wenn dem Leuchtgas einige Prozent (5—10 %) Luft beigemengt werden; jetzt findet zwar eine spärliche Keimung, doch keine erhebliche Weiterentwicklung auch in Wochen statt, die Mehrzahl der Samen bleibt unverändert, offenkundig besteht die Hem-

---

1) Reis und Samen anderer Wasserpflanzen keimen ohne Sauerstoff (cit. bei JOST, Pflanzenphysiologie, 3. Aufl. 1913, 425), Weizenkörner keimten nicht in Kohlenoxyd, doch nach Herausnahme (MARCACCI, Arch. Ital. Biol. 1893, 19, 140).

fort, bei Ablassen des Gases tritt alsbald Entwicklung ein. ne wesentlich besseren Erfolg kann man dem Gas auch das ppelte an Luft beimengen; nicht mehr störend sind aber Gemenge t weniger Gas (5—16 %):

2. Verhalten der Kressesamen in Leuchtgas und Wasserstoff.

	Verhalten der Samen nach: 5 Tagen	Verhalten der Samen nach: 15—20 Tagen	Beschaffenheit der binnen 20 Tagen nicht gekeimten Samen (Verdrängung des Gases durch Luft)
Leuchtgas 5 % Aussaat 10. II.	Die schon nach 2 Tagen gekeimten Samen haben sich zu kleinen grünen Pflänzchen entwickelt (± 1 cm)	3—4 cm hohe grüne Pflanzen	—
desgl. 16 % Aussaat 10. II.		± 3 cm	—
desgl. 50 % Aussaat 28. XII.	einzelne Samen mit kleinen Würzelchen	weniger als Hälfte gekeimt, nur Würzelchen oder auch Hypoc. u. Keimbltr. frei. (Ohne Weiterentwicklung)	meist lebend (Keimung nach 2 Tagen), Entwicklung zu normalen grünen Pflanzen
desgl. 90—95 % (übereinstimmend) Aussaat 28. XII.	Keimung spärlich nur einzelne Würzelchen	meisten Samen ungekeimt, übrigen zeigen kleine Wurzeln oder freie Keimbl. (Stillstand)	lebend (wie oben)
desgl. 100 % Aussaat 28. XII.	0	0 (kein Same gekeimt)	lebend (wie oben)
Wasserstoff Aussaat 28. XII.	0	0 (kein Same gekeimt)	lebend (wie oben)
Atmosph. Luft (zum Vergleich)	fast vollzählig gekeimt und zu 1—2 cm hohen grünen Pflänzchen entwickelt	3—4 cm hohe grüne Pflanzen	—

Ohne Frage sind es hiernach ganz bestimmte Gasbestandteile, elche das Wachstum des nur von der Testa umschlossenen Keimlings verhindern, ohne ihn sonst merklich zu schädigen, das Gas wirkt zunächst rein narkotisch, die Wirkung ist nur vorübergehend, sie erlischt mit Beseitigung des Agens, nicht anders wie bei *Aspergillus* oder *Penicillium*. Wie wenig speziell bei der Kresse der Sauer-

stoff dabei in Frage kommt, läßt sich auch noch in folgender Weise zeigen.

Eingeschaltet seien hier zuvor einige Versuchsdaten, welche beweisen mögen, daß Samen auch nach längerer Aufbewahrung unter Gas (feuchte Luft und Erde) sich gutenteils wenigstens rasch erholen (die ausgekeimten gehen bei längerer Versuchsdauer gewöhnlich zu Grunde):

3. Samenkeimung nach Aufenthalt in einer 50—100 proz. Gasluft (Kresse[1]).

Gas-konzentration und Dauer der Einwirkung	Keimung und Entwicklung nach Verdrängung des Gases durch Luft nach Tagen: 1 Tag	2 Tage	5 Tage	12 Tage
Vers. 1 7 Tage 100 % Gas (29. XII.)	0	Mehrzahl der Samen mit Würzelchen (ca. 3/4)	grüne Pflänzchen ± 2 cm hoch	Pflanzen 3—4 cm hoch
Vers. 2 8 Tage 100 % Gas (9. I.)	6 Samen mit Wurzel 1—3 mm, meisten unverändert	zu ca. 3/4 gekeimt, Würzelchen 3—5 mm	grüne Pflänzchen 1—2 cm hoch (6 Samen ungekeimt)	3—4 cm hohe gesunde grüne Pflanzen
Vers. 3 20 Tage 100 % Gas (18. I.)	0	9 Samen mit Wurzel 2—3 mm lang; meisten unverändert	Hälfte der Samen hat sich zu 2—3 cm hohen grünen Pflanzen entwickelt, andern noch zurück	bis 4 cm hohe grüne Pflanzen neben kleineren von ± 1 cm; alle gesund von Aussehen
Vers. 4 20 Tage 95 % Gas (18. I.)	0	2 Samen mit kleiner Wurzel; meisten unverändert	kleine grüne Pflänzchen sehr ungleich, größten 1—2 cm (6 Stück)	3—4 cm hohe grüne Pflanzen
Vers. 5 20 Tage 50 % Gas (18. I.)	0	0	Pflänzchen bis 2 cm (12 Stück), andere Samen nur mit Wurzelentwicklung	3—4 cm hohe gesunde Pflanzen

1) In allen Keimversuchen betrug die Zahl der ausgesäeten Samen in der Regel wenigstens 50—100, oder ein Vielfaches (Topfversuche), nur be Verwendung von Fließpapier (in kleinen Glasschälchen auf etwas Wasser, mit Nährlösung, schwimmend) weniger (20—30); auch hier wächst der Same ungestört zu gesunden grünen Keimpflänzchen von über 3 cm Höhe heran dabei ist zumal die Wurzelentwicklung unter Wirkung schädlicher Einflüsse gut zu verfolgen. Auf die Versuchsausführung komme ich a. a. O. genauer zurück.

Durch Aenderung der Versuchsbedingungen kann man aber Gaswirkung außerordentlich verstärken, eut man die Samen auf die freie Oberfläche der feuchten Erde s Topfes, durch den von unten her ein langsamer Strom Leucht- geleitet wird, so kommt unter sonst richtig gewählten Verhält- en auch nach Wochen nicht ein Same zur Keimung. b. 1.) Diese beginnt dagegen alsbald nach Abstellen des Gases, ausgesetzt, daß die Zuleitung nicht allzulange dauerte (5 Tage); man den Gasstrom nun aber etwa 10—15 Tage hindurch gehen,

1 2

bb. 1. Leuchtgasnarkose der Kressesamen. Beide lumentöpfe gleichzeitig besät, 7 Tage alt. Auf der Oberfläche von Nr. 1 gen die Samen unverändert, in Nr. 2 haben sie sich zu einem 2 bis 3 cm hen Kresserasen entwickelt; durch die Erde von 1 ging ein langsamer Strom von Gas (G = Gasschlauch).

sind meist alle Samen tot, sie keimen auch nicht mehr nach Wochen. ewöhnlich wird schon nach wenigen Tage eine mehr oder minder arke Schädigung konstatiert, die Zahl der noch keimfähigen wird ringer, Keimkraft und Entwicklungsschnelligkeit nehmen ab. ie anfängliche Narkose führt hier also sehr schnell zu tieferer innerer chädigung mit nachfolgendem Tode.

Bei diesen Versuchen läßt sich zwar das Gas oberhalb der Topf- erde unschwer durch Geruch und andere Mittel (Palladiumpapier)

nachweisen, seine wirkliche Menge ist aber relativ gering, ein völliger Sauerstoffmangel für die Samen ist nach Lage der Sache natürlich ausgeschlossen. Noch nach einer anderen Seite hin habe ich diese Versuche dann etwas näher verfolgt (siehe unten).

Welche von den verschiedenen Gasbestandteilen nun Träger der narkotischen Wirkung sind, läßt sich nur durch genauere Prüfung der einzelnen Stoffe unter übrigens gleichen Bedingungen feststellen; zur völligen Klärung hat diese bislang nicht geführt, anscheinend sind mehrere beteiligt. Die bisherigen Versuche geben zwar ganz bestimmte Andeutungen, sind aber noch nicht beendet, hier sei nur Einzelnes hervorgehoben. Leuchtgas ist bekanntlich ein kompliziert zusammengesetztes, nach Art und Menge der einzelnen Bestandteile auch keineswegs konstantes Gemisch von wenigstens einem Dutzend dampf- oder gasförmiger Stoffe, von denen nachgewiesenermaßen mehrere eine physiologische Wirkung auch auf Pflanzen ausüben. Meine Versuchsgefäße von meist 4 l Inhalt, boten in dem eingeleiteten Gas rund 400 cc Kohlenoxyd (10 %), 160 cc Aethylen (4 %), 80 cc Kohlensäure (2 %), 4 cc Benzol-Toluol (unter 1 %), 2,4 cc Acetylen (0,06 %), 3—4 mg bestimmbarer Schwefelverbindungen (Hauptbestandteil Schwefelkohlenstoff), unwägbare minimale Mengen irgendwelcher Cyan- und Ammoniak-Verbindungen usw.[1]), neben den indifferenten beiden Hauptbestandteilen (Wasserstoff und Methan); es bleiben dann allerdings noch einige andere Stoffe in nicht ganz zu vernachlässigender Menge übrig, welche die übliche Gasanalyse nicht berücksichtigt oder überhaupt nicht nachweisen bzw. bestimmen kann. Streng genommen steht man also beim Arbeiten mit dem technischen Leuchtgas auf etwas unsicherem Boden, nicht alle Faktoren sind klar zu übersehen.

Geprüft habe ich bislang auf ihren Einfluß gegen keimende Kressesamen von Kohlenwasserstoffen: Aethylen, Acetylen, Benzol, Toluol (letztere beiden meist als Gemenge 1 : 1), Xylol, weiterhin Kohlenoxyd, Schwefelkohlenstoff, Schwefelwasserstoff (das „Kriegsgas" enthielt im Gegensatz zu sonst davon geringe Mengen) und Kohlensäure. Als schädlichste Bestandteile — gleiche Mengen verglichen — ergaben sich Schwefelverbindungen und Benzol nebst dessen Homologen (flüssige Kohlenwasserstoffe), an Wirkungsintensität übertrafen sie die übrigen um ein Vielfaches;

1) An Cyan kaum 1 mg in 1 cbm, wenig mehr an Ammoniakverbindungen.

4. Einfluß verschiedener Leuchtgasbestandteile auf Keimung von Kressesamen (± 18°).[1]

	Vol.-% der Atmosphäre	Beginn der Keimung nach Tagen	Größe der Keimpflanzen nach 12 Tagen	Nach 20 Tagen	Versuchsbedingungen (cc der angewandten Substanz auf Gefäß-Volum)	Berechnete Vol.-% der flüssigen Substanz (auf Luftvol.)
luol	± 10[2])	0	0	0 (Samen tot)	1 cc flüssiges Toluol auf 1,3 l	(0,077)
nzol	± 10	0	0	0 (Samen tot)	1 cc auf 1,3 l	(0,077)
„	3,1	0	0	0	1 cc auf 8 l	0,0125
„	2,6	9 (Spur z. T.)	0 (nur Würzelchen von ± 3 mm)	kleine grüne Pflänzchen ± 2 cm (fast wurzellos)	[3]) 0,25 cc: 2,38 l	0,0105
„	1,7	9 (teilweise)	0 (nur Wurzel 1—7 mm)	kleine grüne *Pfl.*, 1—2 *cm* mit kranker Wurzel (unentwickelt)	0,5 cc : 9,1 l	0,0055
„	1,3	4 (vereinzelt)	bis 0,8 cm	unentwickelt (wie vorher)	0,17 cc : 3,3 l	0,0052
„	0,94	3 (teilweise)	± 1 cm	± 2 cm hohe grüne Pflanzen	0,3 cc : 8 l	0,00375
„	0,32	2 (teilweise)	2 cm	3—4 cm hohe grüne Pflanzen	0,1 cc : 8 l	0,00125

1) Mit Schwankungen von mehreren Grad, was natürlich auf die Entwicklungsschnelligkeit der nicht gleichzeitig ausgeführten Versuche einen wenn auch geringen Einfluß hat. Zumal im Winter sind in Fensternähe die Schwankungen geheizter Räume erheblicher, unter Glasglocke aber minder beträchtlich. Für das Wachstum der Keimpflanzen spielt natürlich das Licht eine sehr wesentliche Rolle, obige Versuche sind von Dezember bis Februar angestellt, Kressekeimpflanzen kommen auch da noch ganz gut zur Entwicklung, die aber über die Ausbildung der grünen Keimblätter gewöhnlich nicht hinausgeht. — Alle Größenangaben der Tabelle abgerundet und annähernd.

2) Von der angewandten Menge Benzol und Toluol wird in den ersten beiden Versuchen nur ein Teil vergast, mit Benzoldampf gesättigte Luft enthält ca. 10 Vol.-%.

Bei Umrechnung von *flüssigem* Schwefelkohlenstoff und Benzol auf Dampf sind die Faktoren 378 und 251 zu grunde gelegt (1 cc Benzol liqu. = 0,899 g, dampfförmig = 3,58 mg; 1 cc CS_2 liqu. = 1,292 g, dampfförmig = 3,42 mg; 760 mm, 0°).

3) Anscheinend ist auch die wirkliche Menge der angewandten Substanz (Giftmenge!) nicht ganz belanglos, richtiger würde man überall also mit gleichen Gefäßvolumina arbeiten, praktisch ist das aber schwer durchführbar.

	Vol.-% der Atmosphäre	Beginn der Keimung nach Tagen	Größe der Keimpflanzen nach 12 Tagen	Nach 20 Tagen	Versuchsbedingungen (cc der angewandten Substanz auf Gefäß-Volum)	Berechnete Vol.-% der flüssigen Substanz (auf Luftvol.)
3. Schwefelkohlenstoff	1,86	0	0	0 (Samen tot)	0,115 cc flüssig. CS_2 auf 2,3 l	0,005
"	0,95	7 (einzeln)	0 (nur Würzelchen)	0 (nur einzelne Würzelchen)	(0,21 cc[1]) : 8,4 l	—
"	0,95	7 (teilweise)	± 1 cm	1—2 cm hoch (!)	(0,04 cc[1]) : 1,6 l	0,0025
"	0,45	3	2—3 cm	± 4 cm hoch	(0,03 cc : 2,5 l	0,0012
4. Schwefelwasserstoff	1,0	0	0	0 (tot)	4,3 cc : 4,3 l	—
"	0,1	2—3	1—3 cm	—	2,8 cc : 2,8 l	—
5. Acetylen	5	2	2—3 cm	4 cm	200 cc Gas: 4 l 200 cc	—
6. Äthylen	10	3 (teilweise)	bis 1 cm (ungleich, kümmerlich)	wie vorher	200 cc Aethylengas: 2 l	—
"	"	2—3	1—2 cm	bis 4 cm hohe grüne Pflanzen (!)	45 cc : 0,45 l	—
7. Äthylen + Benzol	4 1	6—7 (teilweise)	bis 1 cm (teilweise)	2 cm	160 cc Aethylen + 0,16 cc Benzol auf 4 l	—
8. Kohlenoxyd	10	2	± 3 cm	grüne Pflz. bis 4 cm	430 cc : 4,3 l	—
"	20	2	2—3 cm	± 3 cm	38 cc : 0,190 l	—
"	30	2	1—2 cm	1—2 cm	67 cc : 0,230 l	—
"	50	4 (teilweise)	± 1 cm	1—2 cm	95 cc : 0,190 l	—
9. Kohlensäure	20	2	2—3 cm	4 cm	110 cc : 0,550 l	—
"	30	2 (teilweise)	2 cm	bis 4 cm	135 cc : 0,450 l	—
"	50	3—4 (teilweise)	1 cm	1—2 cm	225 cc : 0,450 l	—
10. Atmosphär. Luft (zum Vergleich)	—	1—2	3—4 cm	± 4—5 cm	—	—

1) Siehe Anmerkung 3, S. 148.

zur völligen Unterdrückung der Samenkeimung reichte freilich durchweg deren im Gas faktisch vorhandene Menge noch nicht aus, wenn durch diese auch mehrfach starke Verzögerung beobachtet wurde. Versuche mit Gemengen derselben sind noch nicht abgeschlossen, voraussichtlich sind solche ja wirksamer.

Dämpfe von Schwefelkohlenstoff z. B. hemmten die Keimung schon unter 2 Volum % völlig (etwa 0,4 cc flüssiger CS_2 auf 9,2 l Luft), von Benzol 3 % (1 cc flüssig auf 8 l Luft), aber schon 1—2 % hatten hier sehr schädliche Wirkung (0,3—0,5 cc flüssiges Benzol auf 9 l Volumen); von ersterem enthielt mein Gas freilich weniger als $^1/_{10}$ dieser Dosis, von Benzoldampf gleichfalls noch unter 1 % (die Gastechnik rechnet mit etwa 1 %); beide töten auch die Samen alsbald ab. Abgesehen vom Acetylen waren auch noch andere wirksam, so schädigte z. B. Aethylen bei 10 % merklich (im Gas gegen 4 %) und ein Gemenge von 4 % desselben mit 1 % Benzol verzögerte die Keimung um ungefähr 5 Tage. Einige weitere Versuchsdaten gibt die Tabelle 4 oben. Weder Kohlenoxyd noch Kohlensäure störten die Keimung, auch bei 10—30 % trat das Würzelchen nach 2—3 Tagen hervor, Weiterentwicklung verlief meist rasch.

Auch diese Versuche habe ich noch in der Weise abgeändert wiederholt, daß die Gase bzw. Dämpfe der Topferde (wie oben) zu geleitet wurden, hier war gleichfalls Acetylen ohne merklichen Einfluß, ebenso eigenartigerweise bislang Benzoldampf (1 Versuch), wogegen reines Aethylengas in einem Falle die Keimung völlig unterdrückte, auch die Samen rasch tötete, in zwei anderen stark schädigte, so daß die Aussaat völlig verkümmerte (Abb. 2), in einem vierten war die Wirkung gering, Grund ist noch aufzuklären. Bei der mindestens gleich starken Wirkung des Leuchtgases unter solchen Verhältnissen ist aber nur mit kaum 4 % Aethylen zu rechnen, allerdings ist seine Wasserlöslichkeit erheblich (etwa 15 %), viel größer die des Acetylens (über 100 %), die des Benzols dagegen gering (0,8 %). —

Das die Erde durchströmende Gas betäubt aber nicht nur die von ihm berührten noch in der Samenschale eingeschlossenen jungen Pflänzchen[1]); es verleiht auch der Topferde alsbald keimungs- und wachstumshemmende Eigen-

---

1) In den Endosperm-losen Cruciferensamen schließt bekanntlich nur die in unserem Falle relativ dünne braune Testa den Embryo von der Außenwelt ab, ihre äußere Schicht verquillt beim keimenden Kressesamen zu einem 1—2 mm dicken Schleimmantel.

schaften. Wird die Gaszuleitung nach vielleicht drei Tagen unterbrochen, so geht eine Neuaussaat von Kresse gewöhnlich noch ohne Schwierigkeiten an und entwickelt sich ganz normal; das ändert sich jedoch sehr bald, der Boden verseucht allmählich durch Absorption schädlicher Gasbestandteile. Die Messung der durchgehenden Mengen mittels Gasuhr ergab, daß dazu wenige Kubikmeter Gas genügen, Einzelheiten hängen natürlich von mancherlei Umständen mit ab (Topfgröße, Erdmenge, Feuchtigkeit, chemische und physikalische Bodenbeschaffenheit usw.).

Abb. 2. Aethylenwirkung auf die Samenkeimung (Kresse). Verkümmerte Entwicklung auf einem Topfe, durch den 4 Tage Aethylengas geleitet wurde.

Nebenstehende Abb. 3 zeigt 2 Versuchstöpfe (Blumenerde der Gärtnerei), durch die 7 bzw. 13 Tage ein langsamer Gasstrom geleitet wurde (s. oben), auf einem Teile der Oberfläche beider war dann nach Abstellen der Gasleitung zu gleicher Zeit von neuem Kressesamen ausgesät, die Bilder zeigen den Zustand genau 7 Tage später; in Topf 1 haben sich die frischen Samen alsbald zu einem geschlossenen Bestande von 2—3 cm hohen (hier etwas heliotropisch beeinflußten) Keimpflänzchen entwickelt, in Nr. 2 dagegen, wo das Gas die Erde vorher 13 Tage passierte, sind erst die Würzelchen sichtbar Beiläufig haben sich in Nr. 1 noch mehrere Samen der vorher durch Gaswirkung gelähmten ersten Aussaat zu hohen

verkrümmten Pflänzchen entwickelt (im Vordergrund des Bildes), dagegen nicht in 2, wo alle Samen getötet waren; dies ist übrigens der gleiche Topf wie oben Abb. 1. Die beiden Versuche zeigten auch nach Wochen noch ein ganz verschiedenes Aussehen, die Pflanzen des mit E signierten Blumentopfes (1) wuchsen trotz der ungünstigen Beleuchtungsverhältnisse (Januar—Februar) ganz passabel weiter, die von B (2) dokumentierten durch abnorm langsames Wachstum

1 2

Abb. 3. Wirkung der „Gaserde" auf die Samenkeimung (Kresse). Durch Topf 1 ging 7 Tage, durch Topf 2 dagegen 13 Tage ein Gasstrom; nach Abstellen des Gases beide gleichzeitig auf einem Teil der Oberfläche neu mit Kresse besät. Nach Verlauf weiterer 7 Tage ist in 1 daraus ein kleiner Bestand von Keimpflanzen hervorgegangen, in 2 stark verzögerte Keimung, die Samen zeigen lediglich Würzelchen. — In 1 außerdem im Vordergrunde lange verbogene Keimpflanzen, die nach Abstellen der Gasleitung aus der ersten Kressesaat hervorgegangen sind (ist derselbe Topf wie 1 in Abb. 1), in 2 sind diese zuerst ausgestreuten Samen durch den 13-tägigen Gasstrom getötet und nicht mehr ausgekeimt.

und allerlei Verkrümmungen den schädlichen Einfluß der Gaserde, verkümmerten auch später; nach 18 Tagen erst kleine grüne Pflanzen (Abb. 4), die selbst ca. 4 Wochen nach der Aussaat nicht wesentlich weiter gekommen waren (Abb. 5). Uebersichtlich stellt sich die Sache also so (s. Tabelle 5):

In anderen Fällen können Aussaaten auf solcher „Gaserde" etwas besser oder auch gar nicht zur Entwicklung kommen, das hängt

Um welche Stoffe es sich speziell in dieser Gaserde handelt, ist zurzeit noch etwas problematisch, chemisch ergab sich bislang wenig Klares, vielleicht sind es ganz bestimmte Verun-

Abb. 6. Kresseentwicklung auf „Acetylenerde". Aussaat auf Topferde, durch die 4 Tage ein Strom von Acetylengas ging; 7tägig. Keine Störung der Entwicklung.

Abb. 7. Kresseentwicklung auf Erde, durch die mit Benzoldampf geladene Luft geleitet wurde (24 l in 4 Tagen). Ohne Störung.

reinigungen des Leuchtgases, die dann natürlich auch bei der direkten Wirkung des Gases auf die Samen mitspielen können. So werden z. B. seine nur in minimalen Mengen vorhandenen charakteristischen

Geruchstoffe — gleich Ammoniak- und Cyanverbindungen — bekanntlich von Erde zurückgehalten, isolierbar sind sie aber kaum[1]). Natürlich handelt es sich nicht um sogenannte „teerige Bestandteile", wie solche bei längerem Durchgang zumal unreinen Leuchtgases sich natürlich im Boden ansammeln müssen, übrigens früher schon für die schädliche Wirkung verantwortlich gemacht wurden[2]). Die für uns in Frage kommenden Stoffe müssen auch bereits in kleineren Mengen in jedem reinen Straßengase vorhanden sein. An allgemeinen Eigenschaften ließ sich bisher unter anderen nur feststellen, daß sie gutenteils wasserlöslich, auch relativ

1 2

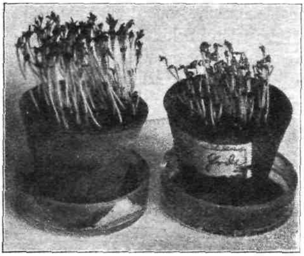


Abb. 8. Einfluß der Gaserde auf die Entwicklung. Kresseentwicklung vor und nach dem Auslaugen der Gaserde mit Wasser (s. Text). Gleichalte Kulturen und gleiche Erde, in Topf 1 vorher ausgelaugt.

leicht oxydierbar sind, teilweise scheinen sie schon beim Trocknen der Erde zu verschwinden. Nach Auslaugen mit kaltem Wasser verhält sich meine Gaserde wie normale gesunde Erde, jetzt keimte die Kresse ungestört, die schädlichen

1) H. BUNTE, Journ. f. Gasbeleuchtg. 1885, 28, 644 u. f.

2) Bei dem einzigen Versuche BÖHMs (S.-Ber. Wiener Acad. 1873, 68, II. Abt., 293) im Jahre 1873 war das Gas gegen 2½ Jahre lang durch ein Gefäß mit Erde geleitet; um wie viel hundert cbm es sich handelte, ist nicht angegeben, vor gut 40 Jahren war natürlich der Reinheitsgrad des Leuchtgases bei weitem nicht der heutige, jedenfalls kommen in solcher Erde keineswegs allein Kohlenwasserstoffe — wie das BÖHM meinte — in Frage

Eigenschaften gehen aber auf den Wasserauszug über; durch solchen Keimversuch läßt sich unter Umständen die Qualität einer Erdprobe als „Gaserde" schneller ermitteln, als durch chemische Untersuchung. Die Abb. 8 zeigt zwei Kresseaussaaten auf Blumenerde, durch die etwa 7 Kubikmeter Leuchtgas geleitet wurden, davon war die in den Topf Nr. 1 gefüllte Probe vor der Besamung mit dreimal je 100 cc kalten Wassers verrührt, das Wasser abfiltriert. In den ersten Tagen der Keimung war der Unterschied der 2 Töpfe noch weit erheblicher als jetzt, die Keimungsverzögerung sehr augenfällig, wie das die beiden ersten Versuche der Zusammenstellung zeigen (siehe Tab. 6).

An der narkotischen Wirkung der Gasluft auf Kressensamen können somit Benzol nebst Homologen und Aethylen sehr wohl mitbeteiligt sein, bislang hat es freilich nicht den Anschein, daß letzteres wenigstens auch Bestandteil des „Bodengiftes" in solchen Kressekulturen ist; sichere Schlüsse können hier jedoch vorläufig nur mit großer Vorsicht gezogen werden, denn trotzdem Benzolluft bei Zuführung von 24 l in 4 Tagen durch den Erdboden auf die Samen keine sichtbare Wirkung hatte, war eine Atmosphäre mit 1—2 % Benzoldampf auf die hier aus solchen hervorgegangenen Keimlinge ungemein schädlich, sie blieben alle fast wurzellos (völlige Verkümmerung) und gingen trotz ihrer freudig grünen Keimblätter und des gesunden Hypokotyls schließlich zugrunde; gleiches beobachtet man auch bei Keimlingen in stärkerer Gasluft. Nichts wäre verkehrter als vorzeitiges Generalisieren, Kresse ist verhältnismäßig unempfindlich gegen Leuchtgas, die sehr gasempfindliche Bohne (*Phaseolus multiflorus*) erwies sich z. B. schon als besonders empfindlich gerade gegen Aethylen[1]), andere Pflanzen übertreffen wieder die Kresse an Resistenz. —

Wenn das hier Mitgeteilte auch manche Punkte noch im Unklaren läßt, so ergibt sich doch, daß dem Leuchtgas ein allgemeiner Giftcharakter für Pflanzen nicht zukommt; anaerobe Pilze wuchsen noch in reinem Gas, wasserreiche Kressesamen bleiben in ihm wochenlang am Leben, es verhinderte lediglich das Wachstum des Embryo, bei hinreichender Verdünnung mit etwa dem 5fachen an atmosphärischer Luft ging dies sogar ungestört vor sich. Natürlich folgt daraus noch nichts für andere Pflanzen, schon die erwachsene Kresse könnte sich abweichend verhalten. Das

1) Ich habe aber bei weitem nicht die Empfindlichkeit meiner Pflanzen gegen Aethylen beobachten können, wie solche früher von NELJUBOW für Erbsenkeimlinge (auch gegen Leuchtgas) angegeben wurde (Beiheft. Botan. Centralbl. 1901, 10. 128).

6. Kressekeimung auf „Gaserde“.

	Befund nach Tagen:					
	2 Tage	3 Tage	5 Tage	7 Tage	10 Tage	20 Tage
1. Topf. Erdprobe durch die ca. 22 Tage lang rot. 7 cbm Gas gingen (s. Text) Aussaat 20. Dez.	kein Same gekeimt	Hälfte ungefähr gekeimt Würzelchen 1—3 mm	nur Wurzel und Hypokotyl. Keimblätter noch in Testa	unregelmäßig, manche der jungen Pflanzen bis 1 cm hoch, andere noch zurück	—	—
2. Topf. Gleiche Erde wie in 1, nach 3 maligem Extrahieren mit je 100 cc Wasser (s. Text) Aussaat 20. Dez.	Samen mit bis 3 mm langen Würzelchen	Keimblätter treten aus Testa	grüne fertige Pflanzen ca. 2 cm hoch	3 cm hohe grüne Pflanzen	—	—
3. Topf. Gasdurchgang 12 Tage Aussaat 11. Sept.	teilweise gekeimt Wurzel 1—2 mm	4 Tage: Nur Würzelchen und vereinzelt Hypokotyl frei. Alle Keimblätter noch in Testa	Keimblätter aus Testa frei, noch gelblich	—	1—2 cm hohe grüne Pflanzen, ungleichmäßig, z. T. kümmernd und krankhaft	Pflänzchen meist verwelkt, noch 3 Stück lebend (3 cm hoch)
4. Topf. Kontroll-Versuch zu Nr. 3 mit gesunder Erde Aussaat 11. Sept.	Alle Samen mit 5—10 mm langen Würzelchen (Temperaturdifferenz gegen Versuch 2 im Winter!)	4 Tage: Kleine grüne Pflänzchen, ca. 1 cm hoch	2—2,5 cm hohe grüne Pflanzen	—	3—4 cm hohe gesunde grüne Pflanzen	Voll bewachsener üppiger Kulturtopf mit 4—5 cm hohen Keimpflanzen

Gas ist aber kein akut wirkendes Pflanzengift schlechthin, selbst in unverdünntem Zustande unterdrückte es bestimmte Lebensäußerungen meiner aeroben Organismen nur vorübergehend, bei länger dauernder Einwirkung kann das freilich zum Tode der Zellen führen.

Unbeteiligt dabei war das harmlose Kohlenoxyd[1]), mitbeteiligt sind vielleicht flüssige Kohlenwasserstoffe und Aethylen, sicher aber auch noch sonstige schwerer faßbare Gasbestandteile (Schwefelverbindungen u. a.).

Für höhere Tiere ist Hauptträger der Giftwirkung bekanntlich das hier schon bei etwa 1 % rasch toxisch wirkende „Blutgift" Kohlenoxyd. Leuchtgasvergiftungen sind aber nach mehrfachen zuverlässigen Beobachtungen keineswegs reine Kohlenoxydvergiftungen[2]), auch bei ihnen spielt unter anderem das für Tiere stark giftige Benzol (neben dem ebensolchen Schwefelkohlenstoff) mit, Aethylen — nicht minder Acetylen — sind für sie nur verhältnismäßig schwache Narcotica[3]).

Daß übrigens bei Schädigung von Pflanzenwurzeln die im Boden sich ansammelnden wasserlöslichen Gasbestandteile nicht übersehen werden dürfen, bedarf kaum der Hervorhebung, natürlich besteht auch die Möglichkeit ihrer Fortleitung zu den oberirdischen Organen. Die bei Gasschäden wiederholt beobachtete, zuerst von KNY gesehene eigenartige Blaufärbung von Wurzeln dürfte auf Bildung von Berlinerblau zurückzuführen sein (Cyanreaktion). bei dem minimalen Gehalt des Straßengases an Cyan setzt das Auftreten der Reaktion große Gasmengen voraus, sie ist aber beweisend für notorischen Gasschaden.

Hannover, Bakteriol. Laboratorium des Techn.-Chem. Instituts.

---

1) Leuchtgasschäden durch dessen Kohlenoxydgehalt zu erklären, wie das R. HEIDER neuerdings versuchte (Dissertat. Erlangen, 1914), ist von vornherein verfehlt, *Gaswirkungen auf Pflanzen sind nie Kohlenoxydwirkungen*, dies ist auch für andere Pflanzen als Kresse völlig klar, Kohlenoxyd ist bei ca. 10 pCt. ganz harmlos.

2) Vgl. z. B. A. H HÜBNER, Münch. Med. Wochenschrift 1916, Nr. 19, 677.

3) R. KOBERT, Intoxicationen, 2. Aufl. II. 1906, 866 u. f.

15. Harald Kylin: Über die Entwicklungsgeschichte von Batrachospermum moniliforme.

(Mit 7 Abbildungen im Texte.)

(Eingegangen am 17. Februar 1917.)

Durch die grundlegenden Untersuchungen von SIRODOT wissen wir, daß die Karposporen der *Batrachospermum*-Arten bei ihrer Keimung besondere Jugendformen, sogenannte *Chantransia*-Stadien, erzeugen, die sich mit Monosporen vermehren können. Aus reduzierten *Chantransia*-Stadien entstehen auf vegetative Weise *Batrachospermum*-Stadien, und diese vermehren sich, nachdem eine Befruchtung stattgefunden hat, mit Karposporen. Tetrasporen kommen bei den *Batrachospermum*-Arten nicht vor, und sie gehören demnach denjenigen Florideen an, die SVEDELIUS (1915, S. 42) als haplobiontisch bezeichnet hat.

Die Reduktionsteilung der haplobiontischen Florideen findet nach der vorzüglichen Untersuchung von SVEDELIUS über *Scinaia* bei der ersten Teilung des Zygotenkerns statt, und in einem jüngst erschienenen Aufsatz über *Nemalion* habe ich nachweisen können, daß die erste Kernteilung nach der Befruchtung auch bei dieser Alge eine Reduktionsteilung darstellt. Es ist demnach zu erwarten, daß die Reduktionsteilung bei *Batrachospermum* ebenfalls unmittelbar nach der Befruchtung von statten geht.

In bezug auf die Kernteilungen, die im Zusammenhang mit der Befruchtung bei *Batrachospermum* vorkommen, finden wir aber in der Literatur sehr verschiedene Angaben. So behauptet DAVIS (1896), daß das Karpogon zweikernig sei, indem die Trichogyne einen eigenen Kern besitze. SCHMIDLE (1899) und OSTERHOUT (1900) konnten dagegen keinen Trichogynenkern nachweisen. Die Spermatien sind bei der Entlassung aus den Spermatangien einkernig, nach SCHMIDLE findet aber eine Kernteilung statt, nachdem sie sich an der Trichogyne angeklebt haben. DAVIS und OSTERHOUT konnten dagegen eine solche Kernteilung nicht nachweisen. Diese Angaben können natürlich nicht alle richtig sein, und es ist demnach notwendig, die *Batrachospermum*-Arten noch einmal zytologisch zu untersuchen.

Als Material für meine Untersuchung habe ich *Batrachospermum moniliforme* benutzt. Die Alge wurde in FLEMMINGs schwächerre

Flüssigkeit fixiert, und dann in gewöhnlicher Weise mikrotomisch geschnitten. Auf den Schnitten war es mir aber nicht möglich, die Entwicklung der Karpogone zu verfolgen, und eine andere Methode mußte deshalb verwendet werden. *Ich arbeitete auf* folgende Weise. Die fixierten Thallusteile wurden mit Wasserstoffsuperoxyd behandelt, um alle durch die Osmiumsäure der Fixierungsflüssigkeit geschwärzten Körnchen zu entfärben, und dann mit Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN gefärbt. Die gefärbten Stückchen wurden nach und nach in Glyzerin überführt, dann auf dem Objektträger in reines Glyzerin gelegt und unter einem Deckgläschen zerquetscht. Die Entwicklung der Karpogone und der Gonimoblasten ließen sich auf diesen Präparaten gut verfolgen. Die Entwicklung der Spermatien habe ich auf Mikrotomschnitten studiert.

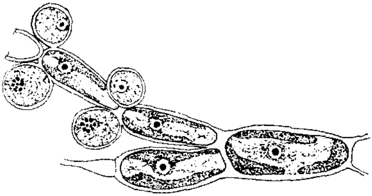


Abb. 1. Zellen mit Spermatangien. Vergr. 1600 mal.

Der Kleinheit der Kerne wegen ist es mir aber nicht möglich gewesen, die zytologischen Einzelheiten so gut zu verfolgen, wie erwünscht gewesen wäre. Ich möchte aber meine Beobachtungen zusammenstellen und sie mit denjenigen Angaben vergleichen, die wir in bezug auf die Entwicklung der Florideen der Literatur entnehmen, und ich hoffe, daß es dadurch möglich werde, den in zytologischer Hinsicht wahrscheinlichsten Entwicklungsverlauf der *Batrachospermum*-Arten zu treffen.

Alle Zellen sind bei *Batrachospermum moniliforme* einkernig. Auch in den großen Zellen der Zentralachse habe ich nie mehr als einen Kern beobachtet. Die Kerne enthalten einen großen Nukleolus, scheinen aber im übrigen beinahe inhaltsleer zu sein.

Die Tragzellen der Spermatangien, d. h. die sogenannten Spermatangienmutterzellen, unterscheiden sich nicht von den vegetativen Zellen (Abb. 1). Sie stellen ganz einfach vegetative, assi-

milierende Zellen dar. Bei den übrigen Florideen gibt es im allgemeinen einen bestimmten Unterschied zwischen den Spermatangienmutterzellen und den vegetativen Zellen, und sogar bei *Nemalion multifidum* ist ein Unterschied vorhanden (vgl. KYLIN 1916, S. 259). Diese Tatsache zeigt, daß sich *Batrachospermum* auf einer niedrigen Stufe der Entwickelung befindet.

Es ist schon von DAVIS (1896, S. 56), SCHMIDLE (1899, S. 128) und OSTERHOUT (1900, S. 111) nachgewiesen worden, daß die jungen Spermatangien schwache Reste eines parietalen Chromatophors besitzen, daß aber in den reifen Spermatangien keine Chromatophoren vorhanden sind. Sie sind in diesem Stadium vollkommen farblos. Durch die Untersuchungen dieser Forscher wissen wir auch, daß die reifen Spermatien als nackte Protoplasmamassen aus den Spermatangien entleert werden, und daß sie dann einen einzigen Kern besitzen.

Bei allen näher untersuchten Florideen befindet sich der Kern des jungen Spermatangiums im Ruhestadium, während der Reifung tritt er aber in ein Stadium ein, das als ein Prophasenstadium gedeutet worden ist (vgl. KYLIN 1916, S. 263), und befindet sich bei der Entlassung in einem spätern Prophasenstadium. Er enthält dann eine Anzahl Körnchen, die der haploiden Chromosomenzahl entspricht. Von vornherein ist ja zu erwarten, daß *Batrachospermum* in dieser Hinsicht mit den übrigen Florideen übereinstimmt. Es ist mir auch gelungen nachzuweisen, daß das junge Spermatangium einen kleinen Zellkern besitzt, in welchem man einen Nukleolus und um ihn herum einen lichten Hof beobachtet, daß aber in dem reifen Spermatium dieser Hof fehlt, und daß es jetzt scheint, als ob der Kern aus einer Anzahl Körnchen bestände. Aus diesen Beobachtungen muß ich den Schluß ziehen, daß sich der Kern des reifen Spermatiums in ähnlicher Weise wie bei den übrigen Florideen in einem spätern Prophasenstadium befindet. Die Anzahl der Körnchen genau zu zählen ist der Kleinheit des Kerns wegen nicht möglich, ich habe sie aber auf etwa 10 geschätzt.

Von SCHMIDLE (1899, S. 130) ist behauptet worden, daß der Spermatienkern, nachdem sich das Spermatium an der Trichogyne angeklebt hat, eine Teilung durchmacht. Ich habe mich bemüht zu untersuchen, ob diese Angabe wirklich richtig ist oder nicht, und ich habe gefunden, daß man oft in den an den Trichogynen angeklebten Spermatien zwei oder mehrere Körnchen beobachtet, die möglicherweise Kerne darstellen. Da ich aber die Kernteilung nicht direkt beobachtet habe, weiß ich nicht, ob das Auftreten von zwei kernähnlichen Körnchen in den an der Trichogyne angeklebten

Spermatien (vgl. Abb. 2e) auf eine wirkliche Kernteilung hindeutet, oder seinen Grund nur in einem Zerfall des Kerns (einer Kernfragmentation) hat. Auf Grund anderer Beobachtungen glaube ich aber, daß in den entleerten Spermatien wirklich eine mitotische Kernteilung von statten geht.

Die Verschmelzung der beiden Geschlechtskerne im Karpogonenbauch habe ich in meinen Präparaten mehrmals beobachtet. Beide Kerne befinden sich dabei im Ruhestadium (Abb. 2d). Der Kern des Spermatiums steht aber bei der Entlassung aus dem

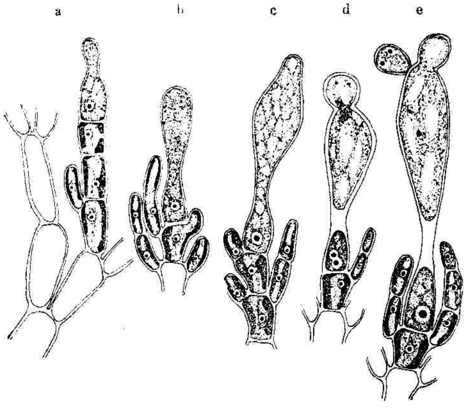


Abb. 2. Die Entwicklung des Karpogons. Vergr. 1200 mal.

Spermatangium auf einem spätern Prophasenstadium, der männliche Kern bei der Befruchtung dagegen im Ruhestadium. Diese Tatsache scheint mir aber nichts anderes zu erklären, als daß zwischen diesen Zeitpunkten eine Kernteilung stattgefunden hat. Ich glaube also, daß die Beobachtung von SCHMIDLE, daß in den Spermatien eine Kernteilung nach der Entlassung aus den Spermatangien von statten geht, wirklich richtig ist. — Man vergleiche weiter die Auseinandersetzung, die ich früher (1916, S. 264) in bezug auf die Ein- oder Zweikernigkeit der Florideenspermatien gegeben habe.

Die Entwicklung des Karpogonastes und des Karpogons ist in der Abbildung 2 zu sehen. Der Chromatophor des Karpogonenbauchs streckt sich in die Trichogyne hinauf, was schon vorher von DAVIS und OSTERHOUT bei *Batrachospermum*-Arten beobachtet worden ist. Der Chromatophor ist am besten an lebendem Materiale zu sehen.

Das junge Karpogon enthält in seinem unteren Teil einen deutlichen Zellkern. Die Spitze des Karpogons streckt sich und bildet die Trichogyne, die sich durch ihre stark angeschwollene Form von den fadendünnen Trichogynen der übrigen Florideen unterscheidet. Das Karpogon ist reichlich mit Protoplasma gefüllt, und im allgemeinen findet man vor der Befruchtung keine Körn-

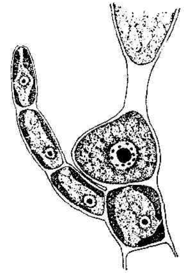


Abb. 3. Zygotenkern im Diakinesenstadium. Vergr. 2000 mal.

chen, die sich mit Eisenhämatoxylin stark färben, und Zellkerne vortäuschen können. Ich habe besondere Aufmerksamkeit der Frage zugewendet, ob ein Trichogynenkern vorhanden ist oder nicht, ich habe aber nichts gefunden, was auf das Vorkommen eines solchen Kerns hindeutet, und zwar trotzdem ich Gelegenheit gehabt habe, eine reichliche Menge Trichogynen in verschiedenen Entwicklungsstadien zu untersuchen. In den vegetativen Zellen ließen sich die Kerne leicht nachweisen, der Eikern im Karpogonenbauch war immer sehr deutlich, in der Trichogyne konnte ich aber keinen Zellkern nachweisen. Nach DAVIS (1896) soll aber bei den *Batrachospermum*-Arten ein Trichogynenkern vorhanden sein; zwei andere Forscher, SCHMIDLE (1899) und OSTERHOUT (1900), konnten aber einen solchen Kern nicht nachweisen.

Nach den Untersuchungen zu urteilen, die während der letzten zehn Jahre von verschiedenen Forschern über die Cytologie der Florideen gemacht worden sind, scheint es, als ob die Trichogyne dieser Algen normal einen Zellkern enthalte (vgl. KYLIN 1916, S. 266). Die *Batrachospermum*-Arten würden demnach eine Ausnahme von dieser Regel darstellen und vielleicht ist dies dadurch zu erklären, daß sich diese Florideengattung auf einer besonders niedrigen Entwicklungsstufe befindet. Es ist wohl wahrscheinlich, daß sich die Trichogyne der Florideen aus solchen trichogynenähnlichen Bildungen, die bei den Bangiaceen vorkommen, entwickelt

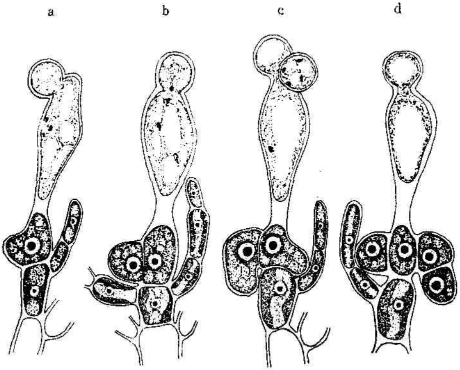


Abb. 4. Die jüngeren Entwicklungsstadien des Gonimoblasten. Vergr. 1200 mal.

hat (vgl. JOFFÉ 1896, S. 143), und daß sie auf dieser Primärstufe einen besonderen Zellkern entbehrte. Das Vorkommen eines Trichogynenkerns würde demnach auf eine höhere Entwicklung deuten.

Unmittelbar nach der Befruchtung wird die enge Passage zwischen dem Karpogonenbauch und der Trichogyne durch eine Zellwandverdickung geschlossen, und bald darnach entwickelt der Karpogonenbauch eine seitliche Ausbuchtung, die dann durch eine Zellwand abgetrennt wird (vgl. die Abb. 4a und 4b). Jede der so gebildeten Zellen enthält einen Zellkern.

Die erste Teilung des Zygotenkerns habe ich etwas näher zu verfolgen versucht. Nach der Verschmelzung der beiden Geschlechtskerne vergrößert sich der Zygotenkern ein wenig, scheint aber noch immer sehr inhaltsleer zu sein, und von den Prophasenstadien habe ich nichts sehen können, bevor der Kern sich in dem Stadium befindet, das ich als das Diakinesenstadium einer Reduktionsteilung gedeutet habe (Abb. 3). Die Zahl der Chromosomen (Doppelchromosomen) scheint 10 zu sein. Die haploide Chromosomenzahl bei *Batrachospermum* würde demnach dieselbe sein wie bei *Scinaia* nach SVEDELIUS und bei *Nemalion* nach KYLIN.

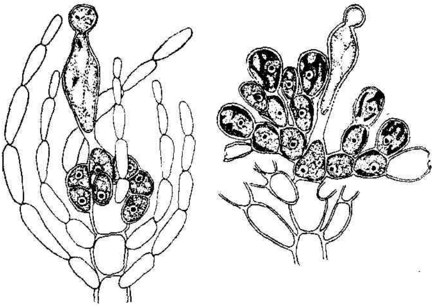


Abb. 5. a Junges Entwicklungsstadium des Gonimoblasten. b Teil eines reifen Gonimoblasten. Vergr. 900 mal.

In den Abbildungen 4c und 4d ist die zweite Teilungsphase nach der Befruchtung dargestellt worden. Ist die Deutung der ersten Teilungsphase als eine heterotypische Teilung richtig, so wäre diese zweite Phase die homöotypische, und die vier Zellen in der Abb. 4d wären mit den vier Tetrasporen, die nach einer Reduktionsteilung entstehen, homolog. Aus diesen vier Zellen entwickelt sich der Gonimoblast und die weitere Entwicklung dürfte aus den Abbildungen 5a und 5b leicht zu entnehmen sein.

Vergleichen wir die erste Zellteilung nach der Befruchtung bei *Batrachospermum* und bei *Nemalion* (KYLIN 1916), so finden wir, daß bei jener Art die erste Zellwand longitudinal ist, und daß

beide neue Zellen an der Ausbildung des Gonimoblasten teilnehmen; bei dieser dagegen ist die erste Zellwand transversal, und von den beiden neuen Zellen nimmt nur die obere an der Entwicklung des Gonimoblasten Teil; die untere Zelle stellt eine Stielzelle dar.

Bei *Batrachospermum* verschmilzt der Karpogonenbauch während der Entwicklung des Gonimoblasten nicht mit der hypogynen Zelle (Abb. 5b); bei *Nemalion* treten aber dabei das Karpogon, die Stielzelle und die hypogyne Zelle in offene Verbindung miteinander.

Die oben erwähnten Verschiedenheiten in der Entwicklung des Gonimoblasten bei *Batrachospermum* und bei *Nemalion* deuten

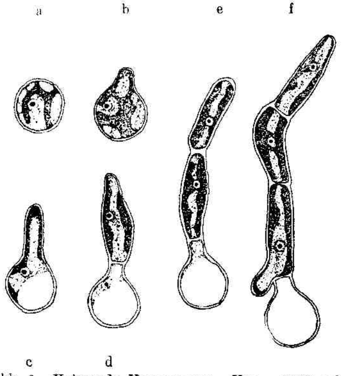


Abb. 6. Keimende Karposporen. Vergr. 1200 mal.

darauf hin, daß jene Art auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe steht.

Die Karposporen werden als nackte Protoplasmamassen entleert, aber bald werden sie mit einer Zellwand umgeben und beginnen zu keimen. Die Keimung tritt oft schon ein, während die Sporen zwischen den Zellfäden ihrer Mutterpflanze eingebettet liegen, und in meinen Präparaten habe ich gute Gelegenheit gehabt, die Keimung der Sporen zu verfolgen. Die Spore treibt einen Keimschlauch aus, und in diesen wandert die größte Menge des Inhalts hinein. Nach einer Kernteilung wird der Keimschlauch durch eine Zellwand abgeschieden und die ursprüngliche Spore

enthält jetzt nur einen Zellkern und eine sehr geringe Plasmamenge. Bisweilen sieht man aber auch einige Chromatophorenfragmente. Diese Reste des Sporeninhalts degenerieren aber bald vollständig. Der Keimschlauch entwickelt sich zu einem Zellfaden, und diejenige Zelle, welche der Spore am nächsten liegt, entwickelt an ihrem unteren Ende eine rhizoidenähnliche Bildung. Die Keimung geschieht demnach nach dem Keimschlauchtypus (vgl. KYLIN 1917, S. 3). Nach diesem Typus keimen auch die *Nemalion*-Sporen. Die Keimung dieser Sporen hat LEWIS (1912, S. 154) von cyto-

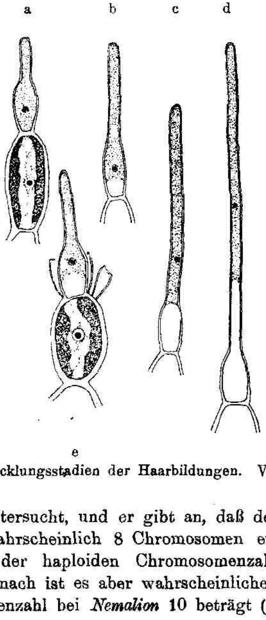


Abb. 7. Entwicklungsstadien der Haarbildungen. Vergr. 2000 mal.

logischer Seite untersucht, und er gibt an, daß der Kern bei seiner ersten Teilung wahrscheinlich 8 Chromosomen enthält, also eine Anzahl, welche der haploiden Chromosomenzahl entspricht. — Meiner Meinung nach ist es aber wahrscheinlicher, daß die haploide Chromosomenzahl bei *Nemalion* 10 beträgt (vgl. KYLIN 1916, S. 260).

Nach einer Angabe von SCHMIDLE (1899, S. 134) sollen die einzelligen Haare von *Batrachospermum moniliforme* eines Zellkerns entbehren. Diese Angabe ist aber unrichtig. Jedes Haar besitzt

einen kleinen aber mit Eisenhämatoxylin leicht nachweisbaren Zellkern. Die Haare entwickeln sich aus besonderen kleinen Zellen, die sich an der Spitze fadenförmig verlängern. Während der Entwicklung wandert Protoplasma und Zellkern in die fadenförmige Verlängerung hinauf, und sie befinden sich immer im oberen Teile der Haarbildung. Die Haare sind an der Basis etwas angeschwollen. Die Auswellung repräsentiert die haarbildende Zelle. Die Tragzellen können zwei Haare tragen, die dann seitlich nebeneinander sitzen. Nach dem Abfallen eines Haares kann die Tragzelle eine neue haarbildende Zelle entwickeln, die dann anfangs von dem basalen Teil des alten Haares umschlossen wird (vgl. Abb. 7e).

Upsala, Botanisches Institut, im Februar 1917.

Literaturverzeichnis.

BORNET, E. et THURET, G., Recherches sur la fécondation des Floridées. — *Ann. des sc. nat.. Botanique*, S. 5, T. 7, Paris 1867.

DAVIS, B. M., The Fertilization of *Batrachosperm* — Annals of Botany, V. 10, London 1896.

JANCZEWSKI, ED. DE, Notes sur la développement du cystocarp dans les Floridées. — Mém. de la soc. des sc. nat. de Cherbourg, T. 20, Paris 1876.

JOFFÉ, RACHEL, Observations sur la fécondation des Bangiacées. — Bull. de la soc. bot. de France, T. 43, Paris 1896.

KYLIN, H., Studien über die schwedischen Arten der Gattungen *Batrachospermum* Roth und *Sirodotia* nov. gen. — Nov. acta reg. soc. sc. Ups., S. 4, V. 3. Upsala 1912.

— —, Über die Befruchtung und Reduktionsteilung bei *Nemalion multifidum*. — Ber. der deutsch. bot. Ges., Bd. 34, Berlin 1916.

— —, Über die Keimung der Florideensporen. — Arkiv för Botanik, Bd 14, Stockholm 1917.

LEWIS, J. F., The Germination of the Spore of *Nemalion multifidum*. — Science, N. S. Vol. 35, New York 1912.

OSTERHOUT, W. J. V., Befruchtung bei *Batrachospermum*. — Flora, Bd. 87, Marburg 1900.

SCHMIDLE, W., Einiges über die Befruchtung, Keimung und Haarinsertion von *Batrachospermum* — Bot. Zeitung, Jahrg. 57, Leipzig 1899.

SCHMITZ, FR., Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen. — Sitz. Ber. der Akadem. der Wiss. zu Berlin 1883 : 1.

SIRODOT, S., Les *Batrachospermes*. Paris 1884.

SOLMS-LAUBACH, H. Graf zu, Über die Fruchtentwicklung von *Batrachospermum*. — Bot. Zeitung, Jahrg. 25, Leipzig 1867.

SVEDELIUS, N., Zytologisch-entwicklungsgeschichtliche Studien über *Scinaia furcellata*, ein Beitrag zur Frage der Reduktionsteilung der nicht tetrasporenbildenden Florideen. — Nov. acta reg. soc. sc. Ups., S. 4, V. 4, Upsala 1915.

16. Fritz Jürgen Meyer: Über die Leitbündel einiger untergetauchter Wasserpflanzen und einiger Sumpfpflanzen.

(Eingegangen am 16. Februar 1917.)

Die Ergebnisse einiger neuer Arbeiten aus dem Marburger Botanischen Institut (GERRESHEIM 1912, RIPPEL 1913, FR. J. MEYER 1915), in denen gezeigt wurde, daß innerhalb der Leitbündel die Tracheenstränge durch Strangverbindungen (Nomenklatur siehe bei FR. J. MEYER, 1916, S. 129 ff.) mit einander in seitlichem Zusammenhang stehen, legten mir die Frage nahe, wie sich die „konzentrischen" Leitbündel einiger Wasserpflanzen bezüglich des Vorkommens und der Verteilung von Strangverbindungen in den Internodien verhielten. Bisher waren die Achsen dieser Pflanzen immer nur mit Hilfe von einzelnen Querschnitten, nie mit Schnittserien untersucht. Dabei schienen die Leitungssysteme aller dieser Pflanzen einander gleich zu sein. Die Untersuchung der Strangverbindungen konnte dagegen noch wesentliche Unterschiede zwischen den im Querschnitt gleichen Leitungssystemen aufdecken; denn bezüglich des Vorkommens und der Verteilung der Strangverbindungen waren verschiedene Fälle denkbar:

1. alle Tracheenstränge des Leitungssystems stehen im Internodium mit einande rdurch Strangberbindungen in Zusammenhang,
2. Strangverbindungen finden sich im Internodium nur zwischen den Tracheensträngen bestimmter Gruppen, welche unter sich im Internodium nicht durch Strangverbindungen zusammenhängen,
3. alle Tracheenstränge verlaufen durch das Internodium, ohne daß zwischen ihnen irgendwelche Strangverbindungen bestehen.

Die Entscheidung der Frage, welche von diesen Fällen wirklich vorkommen, war für mich deshalb von ganz besonderem Interesse, weil mir eine Klärung des Wesens der „konzentrischen Leitbündel" bei den in Betracht kommenden Wasser- und Sumpfpflanzen für eine demnächst erscheinende zusammenfassende Darstellung der Leitungssysteme der Pteridophyten, Gymnospermen und Angiospermen wünschenswert war.

Meine Mikrotomschnittserien zeigten nun, daß die drei möglichen Fälle in der Tat vorkommen. Demgemäß kann man jetzt unter den

betreffenden Pflanzen drei Typen von Leitungssystemen unterscheiden:

Typus I. Die Achse besitzt ein dichtes Bündelrohr mit Strangverbindungen innerhalb der einzelnen Leitbündel.

Ein solches Leitungssystem, das dem der meisten dikotylen Landpflanzen prinzipiell gleicht (siehe FR. J. MEYER, 1917, III. Teil, III), findet sich unter den hier in Betracht kommenden Spezies bei *Lysimachia nummularia*, der Landform von *Myriophyllum proserpinacoides* und bei *Jussiaea grandiflora*, also bei Bewohnern feuchter und nasser Standorte.

Typus II. Die Achse besitzt ein Rohrbündel mit Strangverbindungen.

Vertreter dieses Typus sind *Hippuris vulgaris* und *Myriophyllum verticillatum*.

Typus III. Die Achse besitzt ein Rohrbündel ohne Strangverbindungen.

Dieser einfachste Typus kommt bei *Trapa natans*, der Wasserform von *Myriophyllum proserpinacoides* und bei *Callitriche platycarpa* vor, also bei schwimmenden und untergetauchten Wasserpflanzen, bei denen die Bedeutung der Tracheen als Leitungsbahnen hinter der mechanischen zurücktritt.

Bemerkenswert ist, daß für jeden Typus ein Vertreter aus der Gattung Myriophyllum gefunden wurde. Ja sogar zwei verschiedene Lebensformen einer Spezies besitzen, je nach den Anforderungen, welche an die Leitungsbahnen gestellt werden, ganz verschiedene Leitbündelsysteme. Es bestätigt dieser Fall die bekannte Tatsache[1]), daß äußere Faktoren auf die Ausgestaltung der anatomischen Verhältnisse so sehr einwirken können, daß ererbte Charaktere zugunsten der Anpassung verschwinden.

Einzeluntersuchungen.

Typus I. Bündelrohr.

Lysimachia nummularia.

Ueber *Lysimachia nummularia* schreibt F. WETTSTEIN (1906, S. 29): „Der kreisrunde Zentralzylinder bildet einen einzigen Strang, ohne Sonderung in genau umschriebene Leitbündel.“

Das einzelne Querschnittsbild kann in der Tat den Eindruck erwecken, daß *Lysimachia nummularia* in ihrer Achse ein konzentri-

1) Ausführliche Literaturhinweise finden sich in meiner demnächst erscheinenden zusammenfassenden Literaturübersicht (FR. J. MEYER 1917, IV. Teil, II.)

sches Leitbündel besitzt; die Tracheen sind im Querschnitt kreisförmig angeordnet; freilich zeigt die morphologisch bilaterale Achse auch in ihrem Leitungssystem eine Bilateralität, insofern als die Tracheen verschieden groß sind; auf der Dorsal- und Ventralseite liegen weite Tracheen, dazwischen engere.

Meine Schnittserienuntersuchungen haben nun gezeigt, daß *Lysimachia nummularia* in der Tat kein konzentrisches Rohrbündel, sondern ein Bündelrohr aus zwei kollateralen Rinnenbündeln besitzt. Die beiden Leitbündel bestehen aus je 15 bis 20 Tracheensträngen mit je 1 bis 4 Tracheen. In der Mitte der Tracheenteile liegen die weiten Gefäße, an den Flanken die engeren. Alle Tracheenstränge eines Leitbündels stehen im Internodium der Achse mit einander durch Strangverbindungen in Zusammenhang, und zwar sind diese Strangverbindungen entweder Strangverbindungen im engeren Sinne oder Strangbrücken. Ihre Zahl beträgt in einem Tracheenteil auf einer Strecke von 1000 μ etwa 20 bis 25. In der Mitte des Tracheenteils, zwischen den weiten Tracheen, kommen verhältnismäßig weniger Verbindungen vor als an den Flanken. Zwischen den benachbarten Flanken zweier Leitbündel bestehen gar keine Strangverbindungen.

Myriophyllum proserpinacoides (Landform).

Für *Myriophyllum* wird von SCHENCK (1887, S. 36) ein konzentrisches Leitbündel angegeben, und zwar sollen die Landformen „dieselbe Strangstruktur wie die Wasserformen bewahren, aber mehr Gefäße zur Ausbildung bringen."

Die Mikrotomschnittserienuntersuchung ergab dagegen, daß die Landform von *Myriophyllum proserpinacoides* sich von der weiter unten beschriebenen Wasserform dieser Spezies wesentlich unterscheidet. Die Landform von *Myriophyllum proserpinacoides* schließt sich eng an *Lysimachia nummularia* an. Die Achse (mit fünfzähligen Blattwirteln) enthält fünf kollaterale Rinnenbündel mit je 12 bis 14 Tracheen, die einzeln oder in Strängen zu zweien angeordnet sind. Innerhalb der Tracheenteile bestehen zwischen den einzelnen Tracheen und den kleinen Strängen Strangverbindungen im engeren Sinne und unterbrochene Strangbrücken, und zwar sind diese an einigen Stellen in so großer Zahl angelegt, daß mehr als die Hälfte aller Tracheen des Tracheenteils gleichzeitig in seitlichem Zusammenhang stehen. Der Abstand der Tracheenteile von einander ist sehr gering, er beträgt höchstens den vierten Teil der Breite eines Leitbündels; der Zwischenraum zwischen zwei Leitbündeln wird in den Internodien nicht durch Verbindungen überbrückt; das System ist also ein Bündelrohr aus kollateralen Leitbündeln mit Strangverbindungen.

Jussiaea grandiflora.

Jussiaea grandiflora, die nach WETTSTEIN (1906, S. 36 ff.) ein konzentrisches Leitbündel in ihrer Achse besitzen soll, gleicht in dem Bau ihres Leitungssystemes den beiden eben beschriebenen Pflanzen sehr. Der einzige größere Unterschied liegt in dem Vorhandensein innerer Siebteile. Das Bündelrohr besteht also aus bikollateralen Leitbündeln. Die Zahl der Leitbündel beträgt drei. In den Tracheenteilen kommen Strangverbindungen im engeren Sinne und Strangbrücken vor, zwischen den einzelnen Tracheenteilen bestehen solche dagegen im Internodium nicht.

Typus II. Konzentrisches Rohrbündel mit Strangverbindungen.

Hippuris vulgaris.

Für *Hippuris vulgaris* gibt DE BARY (1877, S. 353) und SCHENCK (1887, S. 36) die Existenz eines konzentrischen Leitbündels an. Meine Mikrotomschnittserienuntersuchungen bestätigten dessen Vorhandensein. Das Leitbündel von *Hippuris* enthält 100 bis 120 Tracheenstränge mit je 1 bis 3 (selten mehr) Tracheen. Alle Tracheenstränge stehen im Internodium durch Strangverbindungen im engeren Sinne und Strangbrücken miteinander in seitlichem Zusammenhang; hauptsächlich sind die Verbindungen zwischen den jüngeren weiten Tracheen gebildet; die Erstlingstracheen laufen oft auf größeren Strecken isoliert, ohne mit den jüngeren in Verbindung zu treten.

Myriophyllum verticillatum.

Myriophyllum verticillatum, das schon von WETTSTEIN (1906, S. 45) beschrieben ist, gleicht *Hippuris* im Prinzip vollkommen Es besitzt ein konzentrisches Rohrbündel mit etwa 10 Tracheensträngen von je 1 bis 3 (höchstens 4) Tracheen. Zwischen diesen Strängen bestehen Strangverbindungen im engeren Sinne und (vereinzelt) Strangbrücken Die Zahl der Verbindungen auf 1000 μ beträgt durchschnittlich 6. In einzelnen Teilen des Internodiums ist die Zahl der Tracheenstränge durch Verschmelzung mehrerer Stränge vermittels Strangbrücken fast auf die Hälfte reduziert; ein Strang kann dann bis 8 Tracheen enthalten.

Typus III. Rohrbündel ohne Strangverbindungen.

Trapa natans.

Trapa natans (früher untersucht von DE BARY 1877, S. 353) besitzt ein bikonzentrisches Leitbündel mit etwa 20 Tracheensträngen aus je einer Trachee. Die Tracheen durchlaufen das Internodium ohne Bildung von Strangverbindungen. Der äußere Siebteil enthält mehr Siebstränge als der innere.

Myriophyllum proserpinacoides (Wasserform).

Die Wasserform dieser *Myriophyllum*-Spezies besitzt ein konzentrisches Rohrbündel aus wenigen Tracheensträngen, welche die Internodien isoliert durchlaufen. Während die Zahl der Leitbündel in der Achse der Landform mit der Zahl der Blätter eines Wirtels übereinstimmt, steht die Zahl der Tracheenstränge in der Achse der Wasserform nicht zu der Zahl der Blätter eines Wirtels in Beziehung.

Callitriche platycarpa.

Spezies der Gattung *Callitriche* wurden von DE BARY (1877, S. 353) und von SCHENCK (1887, S 35) untersucht. Bei *Callitriche platycarpa* fand ich in dem Leitbündel zwei Tracheenstränge mit 2 bis 3 Tracheen, welche isoliert die Internodien durchlaufen. Der Siebteil bildet eine geschlossene Röhre.

Marburg a. d. Lahn, Botanisches Institut.

Zitierte Literatur.

1. DE BARY, A., Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877.
2. GERRESHEIM, E., Ueber den anatomischen Bau und die damit zusammenhängende Wirkungsweise der Wasserbahnen in Fiederblättern der Dikotyledonen. Bibliotheca botanica Heft 81, Stuttgart 1912; auch Dissertation Marburg 1912.
   (Eine kurze Mitteilung über diese Arbeit findet sich in Bd. XXX (pg. 553) dieser Berichte.)
3. MEYER, FR. J., Bau und Ontogenie des Wasserleitungssystemes der vegetativen Organe von *Viola tricolor var. arvensis*. Dissertation Marburg 1915.
4. MEYER, FR. J., Die Stelärtheorie und die neuere Nomenklatur zur Beschreibung der Wasserleitungsbahnen der Pflanzen. Beihefte zum Botanischen Zentralblatt Bd. XXXIII, Abt. I, p. 129—168. Dresden 1916.
5. MEYER, FR. J., Bau und Ontogenie der Wasserleitungsbahnen und der an diese angeschlossenen Siebteile in den vegetativen Achsen der Pteridophyten, Gymnospermen und Angiospermen. Progressus rei botanicae. Bd. V, S. 521 ff Jena 1917.
6. RIPPEL, A., Anatomische und physiologische Untersuchungen über die Wasserbahnen der Dikotylen-Blätter, mit besonderer Berücksichtigung der handnervigen Blätter. Bibliotheca botanica Heft 82, Stuttgart 1913; auch Dissertation Marburg 1913.
   (Eine kurze Mitteilung über diese Arbeit findet sich in Bd. XXXI (pg. 48) dieser Berichte.)
7. SCHENCK, H., Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Bibliotheca botanica Heft 1, 1887.
8. WETTSTEIN, F., Entwickelung der Beiwurzeln einiger dikotyler Sumpf- und Wasserpflanzen. Beihefte zum Botan. Zentralblatt Bd. XX, 2. Abt. S. 1—66. Dresden 1906.

---

17. A. Pascher: Von der grünen Planktonalge des Meeres Meringosphaera.

(Mit 2 Abb. im Texte.)

(Eingegangen am 22. Februar 1917.)

Als *Meringosphaera* werden einzellige, meist kugelige, grüne Algen des Meeresplankton bezeichnet, die als Schwebeeinrichtungen lange, verschiedenartig angeordnete, feine, steife Borsten tragen. *Meringosphaera* entspricht darin völlig gewissen grünen Süßwasserplanktonten wie *Phythelios*, *Golenkinia*, *Chodatella*, *Lagerheimia* und anderen mehr. Die Zellen haben mehrere gelbgrüne bis grüne Chromatosphoren, niemals Stärke, stets Fette und Oele und außerdem eine mehr oder weniger verkieselte Membran. Die genaue Kenntnis der Zellmorphologie verdanken wir SCHILLER[1]), entdeckt wurde *Meringosphaera* von HENSEN[2]), beschrieben von LOHMANN[3]).

Nun hatten meine seinerzeitigen Untersuchungen über *Halosphaera*[4]), diesen bekannten Meeresplanktonten in bezug auf Morphologie, Vermehrung und systematische Stellung ganz unerwartete Ergebnisse gehabt. *Halosphaera* ist gar keine Grünalge im eigentlichen Sinne, keine Chlorophycee, sondern eine Heterokonte[5]) und ziemlich alle Angaben über die Morphologie und Vermehrung von *Halosphaera* sind unrichtig.

Das veranlaßte mich auch, *Meringosphaera* zu studieren. Einiges Material sammelte ich selber in der Adria, anderes, allerdings nicht immer gut verwertbar, erhielt ich auf die Weise, wie ich *Halosphaera* erhalten hatte. Die Untersuchungen über *Halosphaera* wie über *Meringosphaera* wurden mir durch eine von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien gegebene

1) SCHILLER, J., Ueber neue Arten und Membranverkieselung bei *Meringosphaera*. Arch. f. Protistenkunde XXXVII, S. 198.

2) HENSEN, V., Ueber die Bestimmung des Plankton, V. Bd. der Ber. d. Komm. z. wissenschaft. Unters. deutsch. Meere 1882/1887.

3) LOHMANN, Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres, — — — Wiss. Meeresunters. N. F., Bd. VII., Kiel 1903.

4) PASCHER, A. Ueber *Halosphaera*, diese Berichte (1916).

5) In einem kurz wiedergegebenen (Bot. Tidskrift 1916) Vortrage kommt OSTENFELD auf Grund der Morphologie der Schwärmer, der Verkieselung der *Halosphaera*membran zum gleichen Ergebnis.

Subvention ermöglicht, die ursprünglich für einen Aufenthalt an der zoologischen Station in Neapel bestimmt war, der infolge der Zeitereignisse nicht möglich war. Es sei auch hier mein Dank gesagt.

Ueber *Halosphaera* wie über *Meringosphaera* sind größere Publikationen angelegt, letztere soll eine monographische Darstellung finden.

Bereits seinerzeit habe ich bei *Meringosphaera* vermutet, daß in ihr keine Chlorophycee, sondern eine Heterokonte vorliege. Damals waren SCHILLERS Beobachtungen noch nicht erschienen. Diese bestätigen die Einordnung bei den Heterokonten ganz, und es ist eigentlich verwunderlich, daß SCHILLER aus seinen Ergebnissen nicht die ihnen entsprechende Konsequenz zog. Freilich fehlte damals alle Kenntnis von der Vermehrung von *Meringosphaera*.

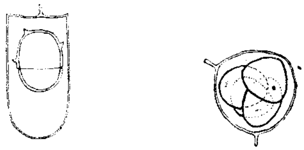
Ueber die Vermehrung von *Meringosphaera* liegen keinerlei Beobachtungen oder Vermutungen vor. Aus einem bestimmten Grunde war von vornherein anzunehmen, daß kaum Zoosporen gebildet würden; dieser Ansicht möchte ich auch jetzt noch sein. Was ich von Vermehrung sah, war nur im Sinne einer Bildung unbeweglicher Zellen innerhalb der Mutterzelle zu deuten. Das ist eine Vermehrungsweise, die bei Planktonalgen sehr häufig vorkommt; ich erinnere an die Autosporenbildung bei den Protococcales autosporinae, die alle innerhalb der Zelle (meist vier) unbewegliche Zellen bilden, die oft bereits ziemlich weit ausgebildet die Morphologie der Mutterzelle erkennen lassen; es seien hier nur *Scenedesmus*, *Oocystis*, *Ankistrodesmus* usw. erwähnt. Phylogenetisch gehen ja diese Autosporen direkt auf die Schwärmer zurück, die jede Zelle sonst zu bilden imstande wäre: nur werden hier die Protoplastenteilstücke gar nicht mehr zu Schwärmern, sondern nehmen sofort die Form der Zelle an, zu der sich im anderen Falle der Schwärmer nach dem Ausschwärmen umgewandelt hätte. Es ist also eine Verkürzung der Entwickelung: der Umweg über die Schwärmer wird vermieden.

Solche Autosporen werden nun auch bei *Meringosphaera* gebildet und zwar in der Vierzahl, wobei sie tetraedrisch aneinanderlagern. Es ist nun interessant, daß einige Arten von *Meringosphaera* die durch die tetraedrische Auseinanderlagerung erhaltene Tetraëderform zwar sehr bald ausgleichen und kugelige oder ellipsoidische Zellenform annehmen; daß aber manche Arten, ich verweise auf einige später zu beschreibende Formen, diese Tetraëderform der Einzelzelle dauernd beibehalten. Ja durch diese Tetraëderform der Einzelzellen an diesen Arten wurde ich mit dazu geführt, nicht bloß mit der Wahrscheinlichkeit der Autosporenbildung bei *Meringo-*

sphaera zu rechnen, sondern sie mit Sicherheit zu postulieren. Tatsächlich konnte auch an einer *Meringosphaera*-Art die Autosporenbildung beobachtet werden.

Dienen die Autosporen der Vermehrung, so bildet *Meringosphaera* unter Umständen auch Cysten aus; sie entstehen ebenfalls endogen, innert der Zellen, in der Einzahl; sie haben eine stark verkieselte Membran. Diese setzt sich aus zwei Stücken schalenartig zusammen. Diese Stücke sind nicht ganz gleich und zeigen manchmal, nicht immer, stachelartige Verdickungen. Bemerkenswert ist, daß die Cysten bei *Meringosphaera triseta* Schiller, an der sie beobachtet wurden, nicht immer gleich sind: kugelig bis ellipsoidisch.

Damit ist die Morphologie und Vermehrung von *Meringosphaera* ziemlich klar: die Membran der vegetativen Zellen ist deutlich ver-



1 2

Abb. 1. *Meringosphaera triseta* SCHILLER, Bildung einer endogenen zweischaligen Cyste.

Abb. 2. *Meringosphaera spec.*, die vier innerhalb der Mutterzelle gebildeten Autosporen, die durch Aufreißen der Muttermembran frei werden und zu neuen Einzelzellen heranwachsen (Membranskulptur der Autosporen weggelassen).

kieselt, ebenso die von ihr abgehenden Borsten. Der Kieselgehalt scheint übrigens zu schwanken. Die Chromatophoren besitzen nie Pyrenoide und haben sehr wechselnden Karotengehalt, man findet nicht selten innerhalb desselben Magmas, gelbe bis ganz grüne Individuen; es sind meist mehrere wandständige, scheibchenförmige Chromatophoren vorhanden; nie haben sie die Ring- oder Hohlkugelform wie die zahlreichen, ähnlichen Süßwasserplanktonten. Stärke ist nie nachweisbar; als Assimilat treten nur „Fette und Oele" auf. Der einzige Kern ist meist seitlich gelegen. Das alles hat bereits SCHILLER, dessen ausgezeichnete Beobachtungen ich ganz bestätigen kann, aufgezeigt.

Als Vermehrungs- und Dauerorgane weise ich nun die Bildung von Autosporen und endogener zweischaliger Kieselcysten nach.

Das gibt uns nun direkte Haltepunkte für die systematische Stellung von *Meringosphaera*. WILLE reiht sie in den Nachträgen zu seiner Algenbearbeitung in den „Natürlichen Pflanzenfamilien" bei den Oocystaceae ein, speziell bei den Micractinieae.

Dagegen wurden sie seinerzeit von mir[1]) bereits als zu den Heterokonten gehörig bezeichnet (zit. Arbeit S. 17), und zwar stellte ich sie in die Nähe von *Pseudotetraedon*, *Centritractus* zu den Chlorobotrydaceae der Heterococcales, welch letztere genau den Protococcales unter den Chlorophyceen parallel sind. Ich tat dies damals — die Morphologie von *Meringosphaera* war ja damals noch unbekannt —, SCHILLERs Arbeit erschien ja erst 1916, also einige Jahre später — aus einem ganz sicheren systematischen „Gefühle" heraus. CHODAT hat sich in seiner „Monographies d'algues en culture pure" (Bern 1913, S. 256) dem angeschlossen. —

Die von mir gemachte Annahme hat sich nun durch die Untersuchungsergebnisse SCHILLERs und meine Ergebnisse voll und ganz bestätigt. *Meringosphaera* muß als eine typische Heterokonte angesprochen werden.

Bekanntlich wurde in den letzten Jahren aus den Grünalgen eine Reihe von Algen herausgelöst, die sich grob morphologisch schon dadurch unterscheiden, daß die Schwärmer meist zwei ungleiche, etwas seitlich stehende Geißeln haben; außerdem haben sie in ihren scheibchenförmigen Chromatophoren hohen Xanthophyll- oder Karotengehalt und zeigen niemals Stärke als Assimilat. Soweit haben bereits LUTHER und BOHLIN die Heterokontae umgrenzt, und in diesem Sinne nahm sie auch OLTMANNS in sein Algenbuch auf. Es muß betont werden, daß die Heterokontae von einigen Botanikern mit Unrecht nicht anerkannt werden. Nun handelt es sich aber bei der Gruppe der Heterokontae nicht um eine Nebengruppe der Chlorophyceen, und ihre Aufstellung ist nicht im Sinne einer Zweiteilung der Chlorophyceen zu verstehen.

Ich konnte nachweisen, daß neben den oben genannten Merkmalen als charakterisierend hinzukommt: die häufige Verkieselung der Membran, die bereits bei den vegetativen Zellen in sehr vielen Gattungen sich aus zwei schalenartigen Stücken zusammensetzt; ferner die zweischaligen Aplanosporen, mit ihren häufig verkieselten Membranen, und die endogene Bildung zweischaliger, stark verkieselter Cysten. Und konnte auch in der Arbeit „über Flagellaten und Algen", — diese Berichte 1914, überzeugend nachweisen, daß die Heterokontae mit den Chrysophyceen und den Bacillariales näher

1) PASCHER zur Gliederung der Heterokontae Hedwigia LIII, S. 6.

verwandt seien, weshalb ich diese drei Algengruppen als den Stamm der Chrysophyta faßte.

Nun bildet *Meringosphaera* höchstwahrscheinlich keine Schwärmer mehr, die Heterokonten-Natur der Schwärmer ist daher nicht feststellbar, wobei auch deutlich betont sei, daß diese Eigenschaft der zwei ungleichen Geißeln, die den Namen Heterokontae zur Folge hatte, gar nicht das charakteristische Merkmal ist, genau so wenig, wie es in den Namen Hexapoden, Dekapoden usw. enthalten ist.

Aber all die anderen charakteristischen Merkmale der Heterokonten sind da: die Verkieselung der Membran der vegetativen Zellen und ihrer Schwebeanhänge; die Karoten reichen Chromatophoren; der Mangel an Stärke; und vor allem der Besitz der endogen gebildeten zweischaligen Cysten mit ihren stark verkieselten Membranen. Das Alles kommt bei den Chlorophyceen niemals vor. Auch SCHILLER scheint in den vorsichtig abgefaßten Schlußsätzen seiner Arbeit bz. der Einstellung von *Meringosphaera* bei den Chlorophyceen nicht sehr sicher gewesen zu sein. Aber schon die von ihm gegebenen Daten lassen eben keine andere Deutung zu als die Einstellung von *Meringosphaera* bei den Heterokonten, die ich ja tatsächlich bereits vier Jahre vorher vorgenommen habe, so daß seine Ergebnisse wie ein nachträglich erbrachter Beweis dafür erscheinen. Völlig gesichert ist aber die Heterokonten-Natur von *Meringosphaera* eben durch die Existenz der zweischaligen, endogenen Kieselcysten. *Meringosphaera* gehört eben zu den Heterokonten und zwar zu den Heterococcales, den zellulären, nicht fadenbildenden Heterokonten, die den Protococcales unter den Chlorophyceen entsprechen.

Ihre nächsten Verwandten sind, abgesehen von den Zoosporen bildenden Gattungen, wie *Halosphaera* Schmitz *Botrydiopsis* Borzi, *Centritractus* Lemmermann, *Pseudotetraedron* Pascher, nicht aber die gleichsinnig angepaßten Chlorophyceenalgen: *Lagerheimia*, *Chodatella* oder speziell *Micractinium*, an das es WILLE in seinen Nachträgen zu den Nat. Pflanzenfamilien anreiht.

Für sehr nahe verwandt mit *Meringosphaera* sind wohl zu halten: *Echinosphaeridium* Lemmermann und *Aurosphaera* Schiller. Letztere Gattung spreche ich trotz der gelben Chromatophoren, — gerade die Chromatophorenfarbe der Heterokonten schwankt infolge des sehr wechselnden Gehaltes an Karotonen sehr — für eine Heterokonte an. Die *Aurosphaera* ungemein nahestehende Gattung *Echinosphaeridium* ist nach eigener Beobachtung bestimmt eine Heterokonte. Auch *Acanthosphaera* — gewissermaßen eine Süßwasser-*Meringosphaera* — scheint hierher zu gehören.

Zusammenfassung.

Die grüne Planktonalge des Meeres, *Meringosphaera*, vermehrt sich durch (vier) endogen gebildete unbewegliche Zellen, Autosporen. Sie bildet gelegentlich endogene, stark verkieselte, zweischalige Cysten aus. Auf Grund der Morphologie der Zellen, Kieselmembran, scheibchenförmige Chromatophoren mit hohem Karotengehalt, des Mangels an Pyrenoiden, des Fehlens von Stärke (soweit konnten SCHILLERs Beobachtungen völlig bestätigt werden), sowie der Bildung endogener, zweischaliger verkieselter Cysten, kann *Meringosphaera* nicht bei den Chlorophyceen, sondern nur bei den Heterokonten eingestellt werden. Sie ist mit *Halosphaera* entfernt, mit *Pseudotetraedon, Centritractus, Aurosphaera, Echinosphaeridium,* vielleicht auch *Acanthosphaera* nahe verwandt. Damit erweist sich auch die zweite grüne Planktonalge des Meeres, gleich wie *Halosphaera,* als nicht zu den Chlorophyceen gehörig.

Prag, Mitte Februar 1917.

---

18. H. Harms: Weitere Beobachtungen über Kleistogamie bei afrikanischen Arten der Gattung Argyrolobium.

(Eingegangen am 23. Februar 1917.)

In diesen Berichten XXVII. (1909) 85 habe ich einige Fälle von Kleistogamie mitgeteilt, die ich an den Arten der zur Gruppe der Papilionatae-Genisteae gehörenden, im südlichen Afrika am reichsten entwickelten Gattung *Argyrolobium* Eckl. et Zeyh. feststellen konnte. Das Berliner Herbarium gelangte nun vor kurzem in den Besitz zweier großen an südafrikanischem Material besonders reichen Sammlungen, nämlich des Herbarium R. SCHLECHTER und des Herbarium Lübeck (Dr. BREHMER), in dem sich die Originalexemplare der von E. MEYER auf DRÈGEs Pflanzen gegründeten Arten befinden. Dies war mir Veranlassung, die südafrikanischen Arten der genannten Gattung noch einmal auf Kleistogamie durchzusehen, und es gelang mir dabei, noch einige Fälle aufzufinden, die mir bisher noch nicht bekannt waren und die ich deshalb hier als Ergänzung zu meinem früheren Aufsatze mitteilen möchte.

Über die Art, wie Kleistogamie[1]) bei der Gattung auftritt, habe ich bereits früher das wichtigste mitgeteilt. Die nur winzige reduzierte hyaline Blumenblätter habenden oder ihrer ganz entbehrenden kleistogamen Blüten der *Argyrolobium*-Arten sind leicht daran kenntlich, daß ihr Kelch um etwa $^1/_3$ oder um die Hälfte kleiner ist als der Kelch der chasmogamen Blüten, die eine voll entwickelte schmetterlingsförmige Krone haben. Sehr oft bemerken wir, daß halbreife oder reife Hülsen aus diesen kleineren Kelchen herausragen, an denen dann nicht selten noch die winzigen hellen durchscheinenden Blumenblätter zwischen den Kelchzipfeln haften. Auch das Androeceum ist in diesen Blüten stark verkümmert; meist sind nämlich nur zwei Staubblätter der Vexillarseite fruchtbar, und diese haben kleine reduzierte Staubbeutel, von denen wenigstens einer mit der Narbe des im geschlossenen Kelche hakig eingebogenen Griffels verklebt ist. Diese kleistogamen Blüten treten offenbar, wenigstens bei den niedrigen halbstrauchigen Arten Südafrikas, vorzugsweise, aber nicht ausschließlich, im unteren Teile der Stengel auf; man findet nicht selten kurze doldenähnliche Trauben, die nur aus einigen (2—5) kleistogamen Blüten bestehen, oder diese Blüten stehen einzeln an oft sehr kurzen Stielen, während die chasmogamen Blütenstände im allgemeinen bei denselben Pflanzen längere Stiele haben. Bei den höher aufsteigenden Formen, wie *A. Andrewsianum*, ist eine Verteilung der Blütenformen auf die Regionen des Stengels, wenigstens nach dem Herbarmaterial, nicht deutlich erkennbar; da finden wir sehr oft beide Arten Blüten nebeneinander in derselben Infloreszenz; es kommen auch Zweige mit nur kleistogamen Blüten vor. Bisweilen finden wir auch an demselben Blütenstandsstiel (Pedunculus) eine chasmogame Blüte mit großem Kelch neben einer kleistogamen mit kleinem Kelch. — Die Erscheinung tritt, außer bei den südafrikanischen Arten, in ähnlicher Form auch bei *A. Linnaeanum* Walp., einer Art des Mittelmeergebiets, und bei einigen Arten des tropischen Afrika auf.

In meiner früheren Mitteilung konnte ich für 7 afrikanische Arten Kleistogamie angeben; diese Zahl ist jetzt auf 16—17 gestiegen und wird sich wohl bei genauerer Erforschung der Gattung in der Heimat, wozu hiermit angeregt sei, erhöhen. Die Zahl der südafrikanischen Arten hat sich seit HARVEY-SONDERs Flora

1) G. BENTHAM scheint den Sachverhalt noch nicht erkannt zu haben, doch weist er schon darauf hin, daß bei vielen Arten mit gestielten wenigblütigen Inflorescenzen oft die früher gebildeten unteren Blüten sitzend und einzeln sind (in London Journ. of Bot. III. (1844) 339); diese Blüten sind eben oft kleistogam.

capensis II. (1861—62) S. 67 u. 594 (33 gültige, dazu 2 zweifelhafte Arten, von denen *A. umbellatum* Vogel meines Erachtens mit *A. sericeum* Eckl. et Zeyh. identisch ist) erheblich, nämlich etwa auf das doppelte, vermehrt. DÜMMER hat allein (in Kew Bull. (1912) 271—274) 8 neue Arten beschrieben; vor ihm waren schon etwa 9 neue Südafrikaner hinzugekommen (*A. dimidiatum* Schinz[1]) in Bull. Herb. Boiss. VII. (1899) 34 ist *Melolobium cernuum* Eckl. et Zeyh.). Einschließlich des jetzt von DÜMMER auf *A.* übertragenen *Lotus amplexicaulis* E. Mey., der mir unbekannten Arten *A. humile* Phillips in Ann. S. Afric. Museum IX. (1913) 111—129; nach Bot. Zentralbl. Bd. 126. (1914) 31) und *A. Muirii* Bolus (in Ann. Bolus Herb. I. 3. 1915, p. 126—133; nach Bot. Zentralbl. Bd. 132, Nr 4. (1916) S. 99) sowie mit Berücksichtigung der hier beschriebenen 9 Neuheiten ergibt sich eine Gesamtzahl von über 60 Arten im südlichen Afrika, von denen die Mehrzahl dem südöstlichen Kapland und Natal zukommt Kleistogamie ist darnach bei etwa einem Viertel der südafrikanischen Arten nachgewiesen; alle diese Arten gehören zur Sektion *Chasmone.*

A. adscendens (E. Mey.) Walp. — DRÈGE n. 5531 in Herb. Lübeck (*Chasmone adscendens* E. Mey. Comm. (1835) 73): Kleistog. Bl. mit 5—6 mm langem Kelch und herausragender junger Hülse, meist einzeln an langem Stiel, doch auch mehrere beisammen. Offenbar tritt die Erscheinung bei dieser Art häufig auf; sie findet sich auch bei einem Exemplar von WOOD (Natal, Bothas, 1892), wo wir 5 kleistog. Bl. mit halbreifen Hülsen an gemeinsamem Stiel haben.

A. amplexicaule (E. Mey.) Dümmer in Journ. of Bot. LI. (1913) 222. — *Lotus amplexicaulis* E. Mey. Comm. (1835) 92; HARVEY in HARVEY et SONDER, Fl. capensis II. (1862) 158. — Diese

---

1) Im Index kew. wird *A. sessilifolium* Janka in Österr. Bot. Zeitschr. XXII. (1872) 175 (Bulgarien, Bjela am Fluß Jantra) noch als gültige Art genannt; sie gehört jedoch zu *Genista* (*G. trifoliolata* Janka in Österr. Bot. Zeitschr. XXIII. (1873) 243; VELENOVSKY, Fl. bulgar. Suppl. I (1898) 64). Die Art steht der kleinasiatischen *G. Jaubertii* Spach sehr nahe; vor kurzem sammelte sie A. MÜLLENHOFF (n. 66; Juni 1916) in Macedonien (Felswände, Drenovo, 20 km südl. von Gradsko am Wardar), ein interessantes Zeugnis für die Verwandtschaft der macedonisch-bulgarischen Flora mit der Kleinasiens. — Eine zweifelhafte Art des trop. Afrika ist *A. deflexiflorum* Bak. (in Kew Bull. (1897) 253; Nyassaland), die von allen andern Arten des tropischen Afrika durch den nicht zweilippigen Kelch abweichen soll und dadurch an *Crotalaria* erinnert; sie hat aber die flache Hülse und die stumpfe Carina von *Argyrolobium.* — In ENGLERs Pflanzenwelt Afrikas III. 1. (1915) 560 habe ich die Gesamtzahl der Arten auf über 70 angegeben; man kann sie aber auf fast 100 schätzen.

im südöstlichen Kapland und Natal wachsende Art zeichnet sich durch große in eine gemeinsame an der Spitze meist zweispaltige blattgegenständige Spreite verwachsene Nebenblätter[1]) aus. An den mir vorliegenden blühenden Exemplaren (TYSON n. 1256, Clydesdale, Griqualand East; WOOD n. 789, Mooi River District; BEYRICH, Pondoland) sind nur chasmogame Blüten zu sehen, die in dichten Köpfchen stehen. Indessen gibt J. M. WOOD (Revised List of Natal Pl. S. 145; in Trans. Roy. Soc. S. Africa I. 1910) für die Art Kleistogamie an; sie sei im Inanda Distrikt nicht selten, und dort habe er sie nie mit vollständigen Blüten gesammelt, sie trage aber reichlich Hülsen und erinnere im Aussehen an *Lotononis corymbosa* Benth.

A. Andrewsianum Steud. — Bei dieser Art (verbreitet im südöstlichen Kapland und in Natal; nach BAKER f. in Journ. Linn. Soc. XL. (1911) 51 auch in Gazaland, doch scheint mir das daher stammende Exemplar, SWYNNERTON n. 366, zu *A. shirense* Taub. zu gehören) ist die Kleistogamie häufig zu beobachten (vgl. meine frühere Mitteilung, S. 90). Ungefähr gleichzeitig mit mir veröffentlichte R. E. FRIES darüber einen Aufsatz (Über Kleistogamie bei *Argyrolobium Andrewsianum* Steudel, in Arkiv för Bot. VIII. Nr. 14, 1909; vgl. H. HARMS in Nachträge IV zu ENGLER-PRANTL, Pflzfam. III. 3. (1914) S. 134). Die Art erinnert sehr an *Crotalaria* und wird bei uns bisweilen als Art dieser Gattung (*Cr. pumila*) oder als *Goodia pubescens* in Gewächshäusern gezogen.

A. collinum Eckl. et Zeyh. *β seminudum* Harv. (ECKLON u. ZEYHER n. 1307; Uitenhage, vgl. a. a. O. 91). Kleistog. Bl. hat auch das Exemplar SCHLECHTER n. 7756 (Reg. occid., Bot. River, 1896).

A. filiforme Eckl. et Zeyh. — DRÈGE in Herb. Lübeck, Paarlberg (*Chasmone angustissima* E. Mey. l. c. 75).

A. Harveianum Oliv. in Hook. Icon. pl. XVI. (1886) t. 1525 (= *uniflorum* Harv., non JAUB. et SPACH). — Vgl. H. HARMS, a. a. O. 91 (BACHMANN n. 613, Pondoland). R. SCHLECHTER hat zwei Exemplare mit kleistog. Bl. gesammelt: n. 2752 (Grahamstown;

1) Blattgegenständige, zu einer ungeteilten oder zweiteiligen Scheide verwachsene Nebenblätter kommen bei *A.* mehrfach vor: *A. connatum* Harv. Fl. cap. II. 72, *involucratum* Harv. l. c. 750 (vielleicht), *A. barbatum* Walp. (Harv. l. c. 74: stipules clasping the stem and connate at the side opposite the leaf), *A. vaginiferum* Harms (in ENGLERS Bot. Jahrb. XXX. (1901) 323); auch gibt es Übergangsformen mit teils freien, teils kurz verwachsenen Nebenblättern; bei *A. marginatum* Bolus sind sie tief 2-lappig (vgl. auch unten *A. campicola* Harms).

die Stengel tragen nur kleistog. Bl. mit 4—5 mm langem Kelch und winzigen Petalen, reife Hülsen kommen aus den Kelchen) und n. 2972 (Claremont; neben kleist. Bl. auch chasmogame mit 7—8 mm langem Kelch). Bei SCHLECHTER n. 2231 (George) kommt eine Art Übergangsstadium vor, kleinere Blüte mit reduzierter Krone, deren Fahne jedoch noch deutlich entwickelt ist.

A. hirsuticaule Harms n. sp.; suffruticosum infra ramulosum, caulibus tenuibus erectis vel adscendentibus, pilis longiusculis patentibus hirsutis; folia trifoliolata, petiolo piloso, 3—10 mm longo, foliola obovato-oblonga vel oblonga vel obovata usque oblongo-oblanceolata, basin versus saepius angustata, apice obtusa vel obtusiuscula, laxe hirsuta, 5—10 mm longa, 3—5 mm lata; stipulae plerumque parvae, interdum majores (ad 6 mm), oblique ovatae vel lanceolato-ovatae acutae; flores apice pedunculorum solitarii vel gemini vel terni, brevissime pedicellati; calyx laxe hirsutus, bilabiatus, labio inferiore trifido, superiore bifido, dentibus lanceolatis acutis, in flore chasmogamo 5—7 mm longus, in flore cleistogamo minimo saepissime solitario brevissime pedunculato petalis destituto serius legumen proferente fere 2—3 mm longus; corolla glabra vel subglabra, carina obtusa 7—8 mm longa; legumen lineare hirsutum, in flore cleistogamo brevius (1 cm vel paullo ultra), in flore chasmogamo 3—4 cm longum, 3 mm latum.

Südöstliches Kapland: Zuurbergen, auf felsigem Boden, 1600 m. (R. SCHLECHTER n. 6571. — Febr. 1895). — Die Art gehört in die Verwandtschaft von *A. adscendens* Walp., von der sie durch die abstehende Behaarung, kleinere Brakteen und kleinere Blüten abweicht. — Die winzigen kleistogamen Blüten entspringen vorzugsweise im unteren Teil der Stengel, sind meist einzeln an oft sehr kurzen Stielen und entbehren, soviel ich beobachten konnte, gänzlich der Blumenblätter. Ich fand in ihnen, wenn der kleine Kelch noch geschlossen war, einen kleinen dicht behaarten Fruchtknoten mit kurzem einwärts gekrümmten Griffel, an dessen Narbe oft eine Anthere haftete; ich konnte nur 1 oder 2 dünne kurze Staubfäden der Vexillarseite mit winzigen verkümmerten Antheren nachweisen. Oft sieht man aus den Kelchen kurze Hülsen herausragen. Das Verhalten dieser Art stimmt ganz überein mit dem anderer kleistogamer Arten der Gattung. Das Exemplar war mir deshalb von besonderem Interesse, weil es in ziemlich erheblicher Zahl die winzigen kurzgestielten kleistogamen Blüten trägt, die zwischen den ziemlich dicht stehenden Blättern zunächst nicht gleich bemerkt werden. Im Gegensatz dazu ragen die 1—3blütigen Blütenstandsstiele mit den größeren Kelchen, aus denen die reifen

Hülsen herausragen, weit hervor; leider hat das Exemplar nur 1 chasmogame Blüte mit Blumenkrone, alle andern sind abgeblüht.

Zu dieser Art gehört vielleicht ein im Herb. Lübeck (DRÉGE n. 6629) liegendes kleines blühendes Stück mit starker langer abstehender Behaarung, dem ein Zettel mit dem Namen „*Chasmosyne pilosissima*" und der Bemerkung „zum Beschreiben zu schlecht" beiliegt.

A. leptocladum Harms n. sp.; suffruticosum laxe ramulosum, caulibus tenuibus erectis vel ascendentibus, pallidis, laxe patentim hirsutis; folia trifoliolata, petiolo 4—7 mm longo, foliola oblongo-obovata vel oblonga vel obovato-oblanceolata, basin versus angustata, apice obtusa vel rotundata saepe brevissime mucronulata, laxe hirsuta, 5—15 mm longa, 3—6 mm lata; stipulae parvae vel majusculae (ad 13 mm), oblique ovatae vel lanceolato ovatae acutae; flores in pedunculo 2—4, brevissime pedicellati, bracteae bracteolaeque parvae anguste lanceolatae vel lineares; calyx breviter vel brevissime parce adpresse pilosus, fere 6—7 mm longus; vexillum dorso parce pubescens, fere 8 mm longum; legumen immaturum dense hirsutum.

Südöstliches Kapland: Griqualand East, Clydesdale, rasige Abhänge, 800 m. (TYSON n. 1256. — Dez. 1884.) — Von *A. adscendens* Walp. durch winzige Brakteen, breitere Nebenblätter kleinere Blüten mit schwach behaarter Fahne verschieden; von *A. hirsuticaule* durch geringere Behaarung des Kelches abweichend. — Im unteren Teil des Stengels entspringt ein Stiel mit 3 kleinen kleistogamen Blüten (Kelch 3 mm lang).

A. longipes N. E. Brown. — Vgl. H. HARMS a. a. O. S. 91.

A. molle Eckl. et Zeyh. — DRÉGE n. 3836 in Herb. Lübeck (Katberg, *Chasmone venosa* E. Mey. *β obscura* E. Mey. l. c. 73): Kelch der kleist. Bl. 4—5 mm lang, an einem Blütenstandsstiel 1 chasmog. Bl. neben einer kleistog., aus der reduzierte hyaline Petalen heraussehen; Kelch der chasmog. Bl. etwa 7—8 mm lang.

A. patens Eckl. et Zeyh. (n. 1309; Kelch der kleist. Bl. 3 mm, der chasmog. 6—7 mm lang).

A. pauciflorum Eckl. et Zeyh.[1]). — DRÈGE n. 3835 (*Chasmone stricta* E. Mey. l. c. 75, Tambukiland, Kelch in kleistog. Bl. 6 mm, in chasmog. 11—12 mm). — Ein zu *A. pauciflorum* Harv. exp. gerechnetes Exemplar TYSON n. 836 (Kingwilliamstown 1886) hat neben vorwiegend chasmog. auch kleist. Blüten; das Exemplar

1) Ob alle hierher gerechneten Exemplare zu der Art gehören, ist mir fraglich, da ich keine Originale gesehen habe.

ist vielleicht eine eigene Art. Vielleicht gehört eher zu *collinum* das ebenfalls kleistog. blühende Exempl. GALPIN n. 1548 (Queenstown 1893).

A. pumilum Eckl. et Zeyh. — Vgl. H. HARMS, a. a. O. S. 91 (Exemplar von KREBS). Außerdem: DRÈGE n. 5387 (*Chasmone argentea* E. Mey. *β pilosa*, l. c. 74); auch noch andere Exemplare unseres Herbar. zeigen die Erscheinung.

A. rupestre E. Mey. — Vielleicht ist auch diese Art hier zu nennen; doch ist mir die Stellung mancher hierher gerechneten Stücke fraglich.

A. sericosemium Harms n. sp.; suffruticosum, caule erecto vel adscendente tenui ± adpresse sericeo; folia trifoliolata, petiolo sericeo-villoso 0,5—2,5 cm longo, foliola oblonga vel oblanceolata vel lanceolata, obtusa vel acuta, saepe mucronulata, utrinque dense sericeo-villosa, 1—2 cm longa, 4—8 mm lata; stipulae majusculae ovato-lanceolatae vel lanceolatae, ± obliquae, acutae vel acuminulatae, 5—10 mm longae, 2—4 mm latae; pedunculi sericeo-villosi, 2—5 cm longi, apice subumbellatim 2—5-flori, bracteis ovatis vel lanceolatis, bracteolis anguste lanceolatis, pedicellis 4—7 mm longis; calyx dense sericeus fere 1—1,3 cm longus; vexillum extus sericeo-villosum.

Natal: Hügelabhänge im Bezirk Woenen, 1300—1700 m. (J. M. WOOD n. 5453. — Nov. 1893; als *A. velutinum* bestimmt); ebenda (J. M. WOOD n. 7194. — Febr. 1895, als *A. marginatum* bestimmt). — Auch diese Art zeigt Spuren von Kleistogamie; denn bei n. 5453 finden wir eine Blüte im unteren Teil des Stengels mit nur 5 mm langem Kelch und herausragender halbreifer Hülse. Die Art ist jedenfalls mit *A. marginatum* Bolus in Journ. Linn. Soc. XXV. (1889) 161 verwandt, bei dem aber der Stengel eine abstehende dichte Behaarung zeigt; auch fehlt unserer Art die stark ausgeprägte Berandung des Blattes, wie sie *marginatum* zeigt. — *A. pauciflorum* Eckl. et Zeyh. weicht durch schmälere Nebenblätter und 1—2blütige Pedunculi ab.

A. Tysonii Bolus in Herb. (cf. H. HARMS, l. c. 91); suffruticosum, ramulosum, caulibus tenuibus dense adpresse subsericeo-pilosis vel villosis; folia trifoliolata, petiolo subsericeo 3—8 mm longo, foliola obovata vel obovato-oblonga vel oblonga, basi acuta vel obtusiuscula, apice rotundata vel obtusa, mucronulata, utrinque dense sericeo-villosa, 5—18 mm longa, 3—10 mm lata; stipulae parvae (3—4 mm), lanceolato-ovatae vel lanceolatae acutae, villosae; pedunculi uniflori villosi 1—2 cm longi; calyx dense sericeo-villosus bilabiatus fere 1 cm longus, dentibus lanceolatis acuminatis; vexillum dorso ap-

presse sericeum fere 12 mm longum; calyx in floribus cleistogamis 3—5 mm longus; legumen lanceolatum subsericeo-villosum 2—2,5 cm longum 4—5 mm latum proferens.

Südöstliches Kapland: Ost-Griqualand, steinige Abhänge bei Kokstad, 1700 m. (W. Tyson n. 455—1882). — Sehr nahe verwandt mit *A. pumilum* Eckl. et Zeyh., davon vielleicht nur durch stärkere Behaarung verschieden; einige Hülsen aus kleinen 3—5 mm langen Kelchen im unteren Teil des Stengels, Kelch der chasmog. Blüten bis 1 cm lang.

A. velutinum Eckl. et Zeyh. — Über diese Art vergleiche H. Harms, a. a. O. 91.

Für die einzige, zur Sektion *Eremolobium* Benth. (vgl. Harvey-Sonder, Fl. cap. II. (1861—62) 76) gerechnete südafrikanische im südwestlichen Kapland verbreitete Art *A. lanceolatum* Eckl. et Zeyh. ist Kleistogamie noch nicht nachgewiesen. Zu dieser Art gehört vermutlich: *Diotolotus Ekloni* Tausch (in Flora (1842) 284), begründet auf eine im Gräfl. Salmischen Garten zu Prag aus capensischen, von Ecklon geschickten Samen unter dem Namen *Ononis elongata* gezogene Pflanze. Zur selben Art ist zu rechnen *Dichilus hypotrichum* Spreng. Syst. IV. 2. (1827) 273 (Original im Herb. Sprengel!)

Im folgenden gebe ich noch die Diagnosen einiger neuen Arten Südafrikas, die sich bei der Durchsicht des Materials ergaben.

A. campicola Harms n. sp.; suffruticosum parvum, caulibus tenuibus erectis longe patentim hirsutis, folia trifoliolata, petiolo brevissimo (1—4 mm), foliola oblanceolata vel lanceolata vel oblongo-oblanceolata, plerumque complicata, acuta vel obtusiuscula, subtus hirsuta, supra parcius pilosa, 7—15 mm longa; stipulae majusculae foliaceae, basi breviter in vaginam oppositifoliam connatae vel fere liberae, lanceolatae, acutae, hirsutae, 6—12 mm longae; pedunculi hirsuti, 1,5—2 cm longi, uniflori, bracteolis parvis (3 mm) linearibus; calyx bilabiatus hirsutus, dentibus lanceolatis acutis, 9 mm longus; vexillum extus parce subsericeo-pilosum, fere 14 mm longum.

Transvaal: Hoogeveld zwischen Drakensbergen u. Pretoria (F. Wilms n. 271. — Nov. 1883). — Von dieser Art liegt nur ein kleines Stück vor, das aber zur Beschreibung ausreicht. Die Art ist offenbar mit *A. barbatum* Walp. zu vergleichen, das jedoch

dichtere Beblätterung, viel kürzere Blütenstandsstiele, kürzere den Kelch wenig überragende Blumenkrone und höher verwachsene Nebenblätter hat.

A. ***Harmsianum*** Schlechter in Herb. Berol.); nanum caule tenui breviter incano-hirsuto serius subglabrescente; folia sessilia vel subsessilia, foliola 3, obovato-oblonga vel oblongo-oblanceolata vel obovata, obtusa vel obtusiuscula, mucronulata, crassiuscula, carnosula, supra subglabra vel parce pilosula, subtus pilosa vel serius glabrescentia, 0,5—2 cm longa, 3—9 mm lata; stipulae minimae lanceolatae; flores solitarii, breviter vel brevissime pedicellati (pedicello breviter birsuto); calyx profunde bilabiatus, labio superiore bilobo (lobis ovatis vel lanceolato-ovatis acutis), inferiore tridentato (dentibus lanceolatis acutis), pilosus, 8—11 mm longus; vexillum extus subsericeo-villosum.

Südwestliches Kapland: Auf Hügeln bei Cap Agulhas (R. SCHLECHTER n. 10565. — IV. 1897). — Auffällige Art mit dicklichen etwas fleischigen Blättern, verwandt mit der im selben Gebiet wachsenden Art *A. pachyphyllum* Schlechter in ENGL. Bot. Jahrb. XXIV. (1897) 441 (Elim), das aber breitere mehr rundliche Blättchen hat. (Vergl. H. HARMS in ENGLERs Pflanzenwelt Afrikas III. 1. (1915) 561.)

A. ***lydenburgense*** Harms n. sp.; caules erecti tenuissimi graciles, sursum dense patentim hirsuti, deorsum glabrescentes; folia trifoliolata, petiolo hirsuto 3—10 mm longo, foliola lineari-lanceolata vel linearia, hirsuta, 3—5 cm longa, 2—3 mm lata; stipulae lanceolatae longe acuminatae 5—11 mm longae; pedunculi hirsuti, apice 2—3-flori, bracteis linearibus 4 mm longis; calyx hirsutus, dentibus lanceolatis longe acuminatis, 7—9 mm longus; corolla in sicco purpureo-nigrescens, vexillum extus parce hirsuto-pilosum, fere 10 mm longum.

Transvaal: Zwischen Lydenburg u. Spitzkop (F. WILMS n. 291. — Febr. 1888). — Von *A. longifolium* Walp. durch abstehende Behaarung des Stengels und der Blätter verschieden.

A. ***nanum*** Schlechter in Herb. Berol.; herbaceum vel basi suffruticosum humillimum, caule erecto vel adscendente adpresse piloso vel subglabrescente; folia subsessilia vel brevissime petiolata, foliola 3 lanceolata vel oblongo-lanceolata acuta mucronulata (in foliis infimis saepius latiora oblonga), subtus parce adpresse pilosa, supra glabra, 1—2,5 cm longa, 2—5 mm lata; stipulae lineari-lanceolatae, 3—5 mm longae; flores solitarii, breviter vel brevissime (raro longius) pedicellati (pedicello adpresse piloso), foliis saepe

superati; calyx profunde bilabiatus, adpresse pilosus, 8—9 mm longus; vexillum extus pilosum vel subsericeum, exsertum, 10—12 mm longum.

Natal: Am Van Reenen's Paß, 1700—2000 m. (J. M. Wood n. 5875, n. 6602. — Dec. 1895 u. Nov. 1897; Blüt. gelb). — Die Art, ausgezeichnet durch sehr niedrigen Wuchs, schmale Blättchen, ziemlich schwache angedrückte Behaarung, einzeln stehende meist kurz gestielte Blüten, scheint bisher noch nicht beschrieben zu sein; sie wird aber von J. M. Wood (Revised list of Natal pl. S. 144) schon erwähnt, wo noch die mir unbekannte n. 4517 angeführt wird. Sie gehört offenbar in die Nähe von *A. uniflorum* Harv. (*A. Harveianum* Oliv.), von dem sie durch den niedrigeren Wuchs, die kürzeren Internodien und meist lanzettlichen Blättchen abweicht; vielleicht ist es nur eine gestauchte, durch höheren Standort bedingte Form jener Art.

A. Thodei Harms n. sp.; suffruticosum, caule adscendente laxe ramuloso, laxe patentim hirsuto, pilis subsericeis; folia trifoliolata, petiolo 3—10 mm vel ultra longo, foliola oblanceolata vel oblongo-obovata, basin versus angustata, apice obtusa vel rotundata vel obtusiuscula, saepe apiculata, laxe hirsuta, 7—18 mm longa, 3—8 mm lata; stipulae majusculae (ad 13 mm longae) vel breviores, oblique ovatae vel late lanceolatae; flores in pedunculo 1—3, brevissime pedicellati; calyx laxe subsericeo-pilosus, dentibus lanceolatis acutis, 7—8 mm longus; vexillum parce subsericeo-pilosum; legumen immaturum dense subsericeo-hirsutum.

Süd-Afrika: Oranje-Freistaat, bei Witzies Hoek, auf felsigem Boden, 1700—2000 m. (J. Thode n. 20. — Febr. 1891; Blüten gelb). — Die Art ist dem *A. leptocladum* (vgl. oben) sehr ähnlich, hat jedoch etwas stärkere Behaarung und etwas größere Blüten; vielleicht nicht einmal als eigene Art aufzufassen. Von *A. hirsuticaule* unterscheidet sie sich durch meist größere Blätter und Nebenblätter sowie etwas längere Kelche. — Die Art wäre noch zu vergleichen mit dem mir unbekannten *A. variopile* N. E. Brown (in Kew Bull. (1906) 18: Natal), das aber längere Blattstiele haben dürfte.

Auch bei einer Anzahl Arten des tropischen Afrika ist Kleistogamie zu beobachten; vgl. meine Mitteilung, S. 92. U. a. sehr gut bei *A. shirense* Taub., einer Art des Nyassa-See-Gebietes, die A. Stolz am Nordende des Sees im Kondelande des Bezirks Langenburg gesammelt hat; an demselben blühenden Zweig treten kleistogame Blüten (Kelch 5—6 mm lang) neben chasmogamen auf (Kelch 10—12 mm lang). Weiter ist zu nennen das abyssinische *A. vir-*

gatum Bak. SCHWEINFURTH sammelte die Art in Jemen (n. 1659; Berg Schibam, El-Ajan über Menacha, 1889, 2600 m; vgl. Bull. Herb. Boiss. IV. App. 2. (1896) 229); die Exemplare haben neben chasmog. Blüten mit 5—6 mm langem Kelch kleinere Blüten mit hyalinen winzigen Blumenblättern in nur 3—4 mm langem Kelch, aus dem Hülsen hervorstehen. — Ferner konnte ich Spuren der Erscheinung nachweisen an folgender, ebenfalls von A. STOLZ gesammelten neuen Art.

A. Stolzii Harms *n. sp.*; *suffrutex parvus ramulosus, caulibus tenuibus hirsutis vel serius subglabrescentibus; folia breviter vel brevissime* (2—5 mm) *petiolata, foliola* 3 *oblonga vel elliptica vel oblongo-lanceolata vel oblongo-oblanceolata vel obovato-oblonga, apice acuta vel obtusiuscula, mucronulata, basin versus saepe cuneata, utrinque hirsuta vel hirsuto-villosula* (*vel serius supra parcius pilosa*), 1—3 *cm longa*, 5—10 *mm lata; stipulae lanceolatae vel ovato-lanceolatae acuminatae*, 5—10 *mm longae vel breviores, liberae vel interdum ultra medium connatae; pedunculi plerumque elongati longe exserti hirsuti vel villosuli, apice umbellatim vel racemose pluriflori, bracteis lanceolatis; calyx sericeo-villosus, bilabiatus, dentibus lanceolatis acutis, fere* 8—9 *mm longus* (*in flore cleistogamo legumen proferente* 5 *mm longus*); *vexillum extus subsericeo-villosum.*

Nyassaseegebiet: Kyimbila, Bergwiesen, 1350 m (A. STOLZ n. 1050. — Dec. 1911, kleiner Strauch mit braunem Stengel, meergrünen weißlich behaarten Blättern und kanariengelben Blüten). — Neben großkelchigen chasmog. Blüt. treten einige kleinkelchige auf, aus denen Hülsen hervorragen; die letzteren stehen einzeln oder zu 2—3 an kürzeren Stielen, während die Stiele der chasmogamen Trauben oder Dolden oft 10—15 cm lang sind. Die Art ist mit der westafrikanischen *A. aequinoctiale* Welw. (Huilla) sehr nahe verwandt, hat aber im allgemeinen etwas spitzere Blättchen (während sie bei jener Art meist der verkehrteiförmig-länglichen Form sich nähern), kürzere Blattstiele und meist kleinere Nebenblätter. Auch *A. leucophyllum* Bak. (Kew Bull. (1897) 253; Nyika Plateau) dürfte nahe stehen, es hat aber nach der Beschreibung dichtere weiße Behaarung und stumpfe, oberseits schwächer, unterseits dicht weißbehaarte Blättchen. — Der Pflanze von STOLZ steht ein von WHYTE am Mt. Malosa (als *shirense* bestimmt) um 1300—2000 m gesammeltes Exemplar sehr nahe, dessen Blätter jedoch etwas kürzere Behaarung haben. — Von *A. shirense* Taub. ist *A. Stolzii* durch den niedrigeren Wuchs und größere Nebenblätter verschieden. — Übrigens bereitet die Unterscheidung der

tropischen Arten große Schwierigkeiten, so daß eine klare Trennung erst allmählich sich ergeben wird.

In die Verwandtschaft von *A. aequinoctiale* Welw. gehören noch folgende beiden Arten, bei denen ich jedoch, ebensowenig wie bei *aequinoctiale*, keine Spuren von Kleistogamie gesehen habe.

A. macrophyllum Harms n. sp.; caulis adpresse subsericeo-villosus; foliorum petiolus brevis (4—5 mm), foliola 3 majuscula, lanceolato-oblonga vel anguste oblonga, obtusiuscula vel acuta, mucronulata, parce adpresse pilosa (juniora densius sericeo-villosa), 4—8 cm longa, 1,5—3 cm lata; stipulae lanceolatae, longe acuminatae, 1—2 cm vel ultra longae; pedunculus villosulus, apice subumbellatim pluriflorus (in specimine circ. 5 cm longus), bracteis lanceolatis; calyx adpresse subsericeo-villosus, fere 12—13 mm longus; vexillum extus sericeo-villosum fere 15 mm longum.

Angola: Quinchumbo (ANCHIETA n. 76. — Nov. 1887). — Von *A. aequinoctiale* durch viel größere kurzgestielte Blätter mit lanzettlich-länglichen Blättchen und schmälere Nebenblätter abweichend. — Das durch breite Nebenblätter ausgezeichnete *A. Helenae* Buscalioni et Muschler (in ENGLERs Bot. Jahrb. XLIX. (1913) 471; Rhodesia) ist dem *aequinoctiale* sehr ähnlich und vielleicht nicht davon zu unterscheiden.

A. Dekindtii Harms n. sp.; suffrutex, caulibus adpresse pilosis; petiolus circ. 1—1,5 cm longus, foliola 3 lanceolata vel oblanceolata vel oblongo-oblanceolata, acuta vel obtusa, saepe mucronulata, parce adpresse pilosa (juvenilia densius subsericea), 2—5 cm longa, 7—15 mm lata; stipulae lanceolatae vel ovato-lanceolatae, acuminulatae, 7—15 mm longae; pedunculi elongati adpresse pilosi, 5—17 cm longi, apice pluriflori vel multiflori (floribus 5—20 vel ultra, saepe in inflorescentiam subglobosam congestis), bracteis lanceolatis, pedicellis adpresse pilosis 3—6 mm longis; calyx bilabiatus, adpresse pilosus, dentibus lanceolatis acuminatis, 8—11 mm longus; vexillum extus villosum, paullo exsertum.

Angola: Huilla, Wiesen, 1740 m (DEKINDT n. 17. — Dec. 1898; 40—60 cm hoch, Blüt. gelb). — Von *A. aequinoctiale* durch viel spärlichere Behaarung und schmälere Blättchen verschieden; beachtenswert sind bei dieser Art die meist vielblütigen köpfchenähnlichen fast kugeligen Blütenstände an oft sehr langen weit herausragenden Stielen.

Sitzung vom 30. März 1917.

Vorsitzender: Herr C. CORRENS.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem am 25. Februar 1917 erfolgten Ableben unseres Mitgliedes, Herrn Apothekenbesitzer

Ad. Andree

in Hannover.

Die Anwesenden ehren das Andenken an den Verstorbenen durch Erheben von ihren Sitzen.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Meyer, Dr. **Fritz Jürgen,** Assistent am Botan. Institut in **Marburg,** Orleanstr. 19 (durch ARTHUR MEYER und M. NORDHAUSEN),

Mandekić, Dr. **V.,** Professor für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung an der höheren Landwirtschaftl. Schule in **Križevac** (Kroatien) (durch V. VOUK und K. LINSBAUER), und

Westling Dr. **R.,** Laborator am Pharmazeutischen Institut in **Stockholm,** Vallingsgaten 26 (durch OTTO ROSENBERG und G. V. LAGERHEIM)

Zum ordentlichen Mitgliede wird ernannt Herr

Otto Müller, in **Straßburg i. E.**

Der Vorsitzende verliest die Dankschreiben der Herren SCHWEINFURTH und v. VÖCHTING:

Partenkirchen, 25 Februar 1917.

Lieber, hochgeehrter Professor!

Gestern bin ich in den Besitz der mir in Ihrem Briefe vom 19. angekündigten Adresse der Deutschen Botanischen Gesellschaft gelangt, die in so warmen und wohlmeinenden Ausdrücken meiner botanischen Tätigkeit gedenkt, die ich für die Zwecke der Gesellschaft selbst leider fast gar nicht in den Dienst stellen konnte. Mit um so tiefer empfundenem Danke muß ich die mir zu meinem

LXXXten erwiesene Ehrung entgegennehmen, und der Anblick der schönen Adresse erfüllt mich mit Stolz und mit Freude. Ich bitte Sie nun bei den übrigen Herren vom Vorstande der Dolmetscher meiner Gefühle zu sein und ihnen den Ausdruck meiner steten Dankbarkeit zu Füßen zu legen. Allen wünsche ich Glück und Gedeihen, und alles Gute, wie sie es mir gewünscht haben. Betrachten Sie mich, hochgeehrter Herr, als Ihren alten und dauernden Freund und gedenken Sie freundlichst Ihres stets ergebensten alten

G. SCHWEINFURTH

Herrn Professor Dr. O. REINHARDT,
Berlin.

Tübingen, den 28. Februar 1917.

Die Deutsche Botanische Gesellschaft hat mir zu meinem 70. Geburtstage einen Glückwunsch ausgesprochen, der mich in tiefer Seele bewegt. Die Würdigung meiner Arbeiten vom Beginn meiner Laufbahn bis zur Gegenwart ist von soviel Wohlwollen getragen, so überaus anerkennend, daß es mir schwer wird, das richtige Dankeswort zu finden. Dazu kommt noch, daß ein Vertreter der Gesellschaft, Herr Geheimrat Dr. CORRENS, sich entschlossen hat, dem kalten Winter zum Trotz, die weite Reise nach Tübingen zu machen, den Glückwunsch persönlich zu überbringen, und dadurch der Feier besondere Weihe zu geben. Für Alles sei mein Dank aus vollem Herzen dargebracht.

Ich habe die Ehre, der Gesellschaft seit ihrem Beginn anzugehören, habe ihr Gedeihen, ihr stetes Wachstum beobachtet und mich gefreut, daß sie zu einem Mittelpunkte des deutschen botanischen Lebens geworden ist. Der Name ihres Begründers führt mich in meine frohe Jugendzeit zurück, wo ich unter A. BRAUN, KNY und PRINGSHEIM selbst meine Studien begann und im Kreise gleichstrebender Freunde die ersten Versuche auf dem Gebiete unserer Wissenschaft anstellte. Die damals gewonnenen Eindrücke haben auf mein ganzes späteres Leben bestimmend eingewirkt, und ich darf daher Berlin als geistige Heimat bezeichnen.

In der frohen Hoffnung, daß nach der siegreichen Beendigung des furchtbaren Kampfes um unser Dasein, in den wir jetzt noch verwickelt sind, die Deutsche Botanische Gesellschaft ihre hohe Stellung in unserem Geistesleben immerdar bewahren werde, verharre ich als ihr

stets dankbar ergebener

H. VÖCHTING.

Sodann erteilt der Vorsitzende Herrn Geh. Rat ENGLER das Wort zu seiner Ansprache anläßlich der Wiederkehr des 100. Geburtstages CARL NÄGELIs.

Der Vorsitzende wie der Vortragende bemerkten, daß die Ansprache eigentlich von unserem Ehrenpräsidenten, Herrn Geh. Rat SCHWENDENER, dem ältesten Schüler und Mitarbeiter NÄGELIs, hätte gehalten werden sollen, daß Herr SCHWENDENER aber nicht in der Lage dazu gewesen sei.

Herr Geh. Rat. HABERLANDT hatte zur Feier des Tages das Katheder mit einem von ihm selbst gemalten Bildnis NÄGELIs und mit frischem Grün geschmückt.

Herr ENGLER schilderte in etwa einstündiger eindrucksvoller Rede die Bedeutung CARL NÄGELIs für die Botanik und die gesamte Naturforschung. Der Vortragende, der selbst jahrelang in München an der Seite NÄGELIs gewirkt hat, wußte durch persönliche Erinnerungen seinen Vortrag zu beleben, und hatte das gesamte Werk NÄGELI's mit Ausnahme seiner Dissertation ausgelegt.

Mitteilungen.

19. A. Günthart: Bemerkung zum Aufsatz L. Geisenheyners über Succisa pratensis Moench.

(Eingegangen am 26. Februar 1917.)

Die unregelmäßige Aufblühfolge der Dipsaceenköpfchen, die L. GEISENHEYNER im Heft 9 des vorigen Bandes dieser Berichte (S. 783—786) am Beispiel von *Succisa pratensis* Moench erwähnt, ist schon seit längerer Zeit genau bekannt. Ich habe diese Erscheinung im Jahre 1904 (Flora XCIII, 3, S. 199—250) an 14 Arten verschiedener Gattungen, worunter auch *Succisa pratensis* Moench eingehend beschrieben und graphisch dargestellt. Bei einzelnen Arten wurden sehr weitgehende individuelle und lokale Unterschiede der Aufblühfolge festgestellt. Es wurde in jener Schrift auch bereits angedeutet, daß die zeitliche Förderung einzelner Blütenzonen des Köpfchens eine Korrelation zur Längsschnittform des Blütenbodens erkennen läßt; wo dieser stark gekrümmt ist, also

vorzugsweise an der Spitze, oft aber auch in einer mittleren Zone, tritt das Blühen zeitiger ein. Ich habe später diese Untersuchungen fortgesetzt und hoffe darauf zurückkommen zu können. Es bleibt namentlich festzustellen, ob die Krümmungsverhältnisse des Blütenbodens das Primäre sind, wobei der Gefäßbündelumlauf und die Streckung des Blütenbodens im Verlauf des Blühens der Infloreszenzen zu beachten sind.

In der erwähnten Arbeit wurde gleichzeitig auch Art und Grad der Dichogamie der Einzelblüten untersucht. Es zeigte sich, daß die Dichogamie der einzelnen Blütenzonen so ungleich ist, daß manchmal sogar sehr stark protogynische und protandrische Blüten in einem und demselben Köpfchen vereinigt sind. Es wurde nachgewiesen, daß zwischen der Aufblühzeit der verschiedenen Zonen und ihrer Dichogamie Korrelationen bestehen. Damit wurde zum ersten Mal ein Zusammenhang zwischen Dichogamie und anderen Erscheinungen des Blütenlebens erkannt. Wenn es gelänge, die Aufblühfolge künstlich abzuändern, so müßte dadurch wohl auch die Dichogamie der Einzelblüten beeinflußt werden. — Über die für die Blütenbiologie grundlegende Frage der Beeinflußbarkeit der Dichogamie durch äußere Faktoren habe ich seither Untersuchungen *an verschiedenen Familien ausgeführt; die an Cruciferen gewonnenen* Ergebnisse werden demnächst zusammen mit anderen Cruciferenstudien unter dem Titel „Über die Entwicklung und Entwicklungsmechanik der Cruciferenblüte und ihre Funktion unter natürlichen und künstlichen Bedingungen“ in den Beiheften zum botanischen Zentralblatt erscheinen.

In der eingangs erwähnten Arbeit über das Blühen der Dipsaceen finden sich auch Angaben über die Morphologie der Einzelblüten, namentlich über den Grad ihrer Zygomorphie und einige Beobachtungen über die Reduktion der Staubblätter und die Gynodioecie sowie über die ökologische Bedeutung der beschriebenen Erscheinungen.

Unregelmäßige Aufblühfolge kommt übrigens auch bei Compositen vor; ich beobachtete sie gelegentlich bei *Solidago canadensis* L., *Chrysanthemum Leucanthemum* L. und bei Zinnien. Auch bei *Levisticum officinale* Koch. sah ich eine ähnliche Erscheinung.

20. O. Tunmann: Über „Einschlüsse“ im Rhizom von Rheum, zugleich ein Beitrag zur Mikrochemie der Oxymethyl-anthrachinone führenden Pflanzen.

(Mit 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 27. Februar 1917.)

Die vorliegende Mitteilung bezieht sich auf die im Handel befindlichen geschälten Rhizome des chinesischen Rhabarbers, dessen Stammpflanze bekanntlich noch strittig ist und muß im Anschluß hieran auf andere Oxymethylanthrachinone führende Pflanzen eingehen.

C. HARTWICH[1]) berichtet 1904 über drei Rhabarberrhizome, die nach dem Aufschlagen im Innern anscheinend fremdartige, 2,5 cm lange und bis 1,5 cm breite Körper von eiförmiger oder mandelförmiger Gestalt und gleichmäßiger Struktur aufwiesen. Ihre braune Färbung weicht von der rot und weiß marmorierten des normalen Rhabarbers auffallend ab, von dem die Gebilde durch eine 8reihige Korkschicht getrennt sind. „Ein direkter Zusammenhang zwischen dem fremden Körper und dem Rhizom besteht an den untersuchten Stellen nicht.“ HARTWICH hat auch Untersuchungen über die Bildung dieser allseitig von normalem Gewebe eingeschlossenen „Fremdkörper“ angestellt und fand bei einem der Stücke einen feinen Kanal, der in jeder Hinsicht dem des Fremdkörpers gleicht, gegen das normale Gewebe ebenfalls durch Korkschichten abgegrenzt ist und die Verbindung nach außen herstellt. Dieser Kanal wird als Bohrgang einer Käferlarve gedeutet. In Betracht käme möglicherweise die Larve von Sinodendron pusillum. Da die „Fremdkörper“ massiv sind und Reste eines Tieres fehlen, „so bleibt nur übrig anzunehmen, daß das Tier sich durch den Gang in das Rhizom hineinfraß, die Höhlung ausweitete und sie durch den Gang nach kurzer Zeit wieder verließ.“ Höhlung und Gang wurden wieder durch Gewebe ausgefüllt, aus ersterer entstand der „Fremdkörper.“ Ganz sicher ist HARTWICH seiner Deutung nicht, denn er sagt (a. a. O., S. 123): „Aber auch nach dieser, wie ich glaube, am meisten einleuchtenden Erklärung bietet der

1) C. HARTWICH: Über einen abnormen Rhabarber, VOGLs Festschrift, Wien 1904, S. 117.

Fall noch Merkwürdiges, ja Rätselhaftes genug," zumal, wie bereits erwähnt, der Bohrkanal sich nur an einem Stücke auffinden ließ.

Später hat J. SCHINDELMEISER[1]) eine ähnliche, wenn nicht die gleiche Bildung beschrieben. An diesen Stücken waren äußerlich „weder makroskopisch noch mikroskopisch Verwundungen oder verwachsene Kanäle" nachweisbar. Außerdem durchsetzte der „Fremdkörper" oder „Einschluß" den größten Teil des Rhizoms und führte in seinem Innern wiederum zwei gleiche, natürlich kleinere Einschlüsse. Es lagen somit drei länglich rundliche ineinander geschachtelte, massive Gebilde vor, die stets, also dreimal, von dem umschließenden Gewebe (ihrer Umhüllung) durch eine Korkschicht abgeschlossen waren. SCHINDELMEISER schließt sich der Annahme HARTWICHs, daß diese Bildungen durch Insektenfraß hervorgerufen seien, nicht an, „denn der Käfer müßte sich zum mindesten dreimal in das Rhizom hineingefressen haben, um die Neubildungen 1, 2 und 3 zu erzeugen."

Im vorigen Jahre erhielt ich von einem Drogenhause einige Rhabarberrhizome zur Begutachtung. Die Untersuchung ergab, wie nebenbei bemerkt sein mag, daß die Stücke mit gelbem Ocker „geschönt" waren. Beim Zerschlagen trat bei einem Stücke auf der Bruchfläche des einen Bruchstückes ein dunkelbraunes Gebilde walzenförmig hervor, welches genau in die muldenförmige Vertiefung des anderen Bruchstückes hineinpaßte. Das Rhizomstück wurde der Länge nach durchsägt und zeigte auf den ersten Blick eine weitgehende Übereinstimmung mit dem in meinem Besitze befindlichen, von SCHINDELMEISER beschriebenen Stücke. Nur waren nicht drei, sondern nur zwei Einschlüsse vorhanden (Fig. 1). Wie es scheint, kommen derartige Bildungen beim chinesischen Rhabarber nicht eben selten vor; wenn man auf sie achten würde, dürfte man sie sicherlich des öfteren auffinden.

Die Untersuchung ergab zunächst, daß äußerlich keine Verletzung oder eine Kanalöffnung zugegen war, und in Übereinstimmung mit den früheren Untersuchungen, daß die Einschlüsse gegen das umschließende Gewebe stets durch eine Korkschicht abgegrenzt waren. Ebenso wurde, wie an dem SCHINDELMEISERschen Stücke an mehreren Präparaten das Hinüberstreichen der Markstrahlen über die Korktrennungsschicht einwandfrei festgestellt. Auch die zusammengehörigen Gefäßglieder konnten beiderseits der Korkschicht ermittelt werden. Nahe der Korkschicht waren die

1) J. SCHINDELMEISER: Pathologische Bildung in einem Rhabarberrhizom, Schweiz. Wochenschr. f. Chem. u. Pharm., 1911, XLIX, S. 73.

in ihrer Verbindung unterbrochenen Gefäßglieder mit einer braunroten Kerngummimasse ausgefüllt, verstopft. Wahrscheinlich ist die von J. C. KONINGSBERGER[1]) beschriebene „anormale Harzbildung“ in den Gefäßen einer Rheumart ebenfalls nur eine Ausfüllung von bassorinartigem Kerngummi, gespeichert mit Farbstoffen der Oxyanthrachinonabkömmlinge[2].)

Nach meinen Befunden liegen in den beschriebenen Fällen lediglich Ausschaltungen größerer Gewebekomplexe vor; die Gewebsausschaltungen können sich einigemale wiederholen und setzen immer mit der Bildung eines allseitig geschlossenen Korkmantels ein. Ist dies richtig, dann erforderte nur der von HARTWICH[3]) angegebene Bohrkanal eine Erklärung. Es ist ausgeschlossen, daß einem Forscher wie HARTWICH eine unrichtige Beobachtung unterlaufen konnte. Der Gang war an jenem Stücke zweifellos vorhanden. Sieht man aber von der Tätigkeit eines Insektes ganz ab, so läßt sich mit gleicher Berechtigung annehmen, daß in jenem Falle die Gewebsausschaltung sich auch auf einen stärkeren nach einer Wurzel führenden Bündelstrang erstreckte. Diese Deutung würde gleichzeitig die Richtung des vermeintlichen Kanales erklären.

Wie sich aus vorstehendem ergibt, wurde ein mehr oder minder großer Teil eines vollständig normalen Gewebes im Innern des Rhizoms durch Korkschichten abgeschnürt. Aus welchem Grunde dieses geschah, kann nur an der lebenden Pflanze und mit Hilfe des Experiments ermittelt werden. Das ursprünglich normale Gewebe muß durch die Ausschaltung weitgehende Veränderungen erlitten haben. Wie oben gezeigt wurde, weist das Zellgerüst im allgemeinen normale Beschaffenheit auf. Die Veränderungen müssen sich somit vorwiegend auf die Inhaltsstoffe beschränken. Schon die ziemlich gleichmäßige, braune Färbung deutet auf die tiefgreifende Veränderung der Zellinhalte hin. Die über diesen Punkt vorliegenden Angaben sind sehr dürftig, sie mußten erweitert werden. Hierbei ergab sich, daß sie zum größten Teile unrichtig sind.

---

1) J. C. KONINGSBERGER: Eine anatomische Eigentümlichkeit einiger *Rheum*-Arten, Bot. Ztg., 1893, LI, S. 85.

2) O. TUNMANN: Pflanzenmikrochemie 1913, S. 238.

3) Einen Tag nach Absendung dieser Arbeit ist C. HARTWICH gestorben. Mit ihm ist ein Hochschullehrer von uns geschieden, der, gleich groß als Forscher wie als Mensch, sich in den weitesten Kreisen größter Beliebtheit und Verehrung erfreute.

HARTWICH streift diese Frage nur nebenbei und sagt (a. a. O., S. 118), daß das abgeschnürte Gewebe sich „nur durch großen Reichtum an Oxalatdrusen und Armut an Farbstoffzellen“ auszeichnet. Eingehender geht SCHINDELMEISER bei der Präparation der Schnitte hierauf ein und kommt zu folgendem Ergebnis: „Die Schnitte des kranken Gewebes zeigten dabei die Eigentümlichkeit, daß sie durch verdünntes Ammoniak oder Alkalilaugen, falls sie vordem nicht gründlich mit verdünnter Salzsäure behandelt waren, sich intensiv schwarzbraun färbten, die bei normalem Rhabarber in solchen Fällen übliche Rotfärbung blieb aus.“ Hieraus schließt er: „Es müssen also in dem Gewebe wenig oder vielleicht gar keine Anthraglykoside vorhanden sein, sondern sich vorwiegend Tannoglykoside gebildet haben, die bekanntlich durch Alkalien dunkel gefärbt werden.“ Auf diesen Satz wird noch zurückzukommen sein, denn wenn man von der oben begründeten Ansicht ausgeht, daß ein normales Gewebe ausgeschaltet wurde, so muß dieses auch ursprünglich einen normalen Gehalt an Anthrachinonderivaten gehabt haben, anderseits ist es wenig wahrscheinlich, daß im Lebensprozeß der Zelle die Anthraglykoside in Tannoglykoside übergehen. Auch postmortal ist eine solche Umwandlung in den Geweben noch nicht festgestellt worden.

Wir müssen somit die Zellinhalte des normalen und die des ausgeschalteten Gewebes einer eingehenden vergleichenden Untersuchung unterziehen.

Im normalen Gewebe des Rhabarberrhizoms finden wir in den Zellen folgende Bestandteile: Die bekannten mächtigen Oxalatdrusen, in großer Menge Stärkekörner und eingetrocknete Farbstoffklumpen, in denen die Glykoside der Oxymethylanthrachinone (der Chrysophansäure, des Emodins, Rheins usw.) sowie freie Oxymethylanthrachinone enthalten sind. Die Eisenchloridreaktion zeigt uns ferner die Gegenwart der Gallussäure an, die in glykosidischer Bindung als Glykogallin vorliegen soll, und bezieht sich jedenfalls auch auf das Katechin. Schließlich sind noch die eingetrockneten Plasmareste und freie Zucker zu nennen, sowie Enzyme, die der Chemiker schon lange kennt, und denen in neuerer Zeit R. WASICKY[1]) mikrochemisch nachging.

Die Reaktion mit Eisenchlorid fällt in dem ausgeschalteten Gewebe in gleicher Schärfe wie in dem normalen Gewebe aus.

1) R. WASICKY: Zur Mikrochemie der Oxymethylanthrachinone und über ein Anthraglykoside spaltendes Enzym im Rhabarber, Ber. Deutsch. bot. Ges. 1915, XXXIII, S. 37.

Es entsteht sofort eine schwärzliche Färbung. Blaue oder grüne Farbentöne treten nur sehr unsicher auf. Das ist leicht erklärlich, denn Gallussäureglykosid wird mit Eisenchlorid blauschwarz, Katechin grünschwarz. Nur werden in dem ausgeschalteten Gewebe die Gefäßwandungen sehr stark gefärbt. Die Gerbstoffkörper Katechin und Gallussäure sind im ausgeschalteten Gewebe zum größten Teile von den verholzten Membranen aufgesaugt worden.

Merkwürdigerweise wurde bei den bisherigen Untersuchungen vollständig übersehen, daß die im normalen Gewebe große Menge Stärke in dem ausgeschalteten Gewebe vollständig fehlt. Auch in dem von SCHINDELMEISER beschriebenen Stücke fehlen die Stärkekörner. Jedenfalls wurden entweder nur mit Chloralhydrat oder anderen stärkelösenden Reagenzien aufgehellte Präparate angesehen oder es haben bei flüchtiger Betrachtung die feinen Splitterchen und kleinen Bruchstückchen der zahlreichen Oxalatdrusen Stärkekörner vorgetäuscht. Jedenfalls ist das Fehlen der Stärke wichtig und läßt die tiefgreifenden Änderungen im Lebensprozeß des abgeschnürten Gewebes scharf hervortreten.

Übereinstimmend wurde von HARTWICH und SCHINDELMEISER angegeben, daß in den „Einschlüssen“ eine außerordentliche Vermehrung an Oxalatdrusen stattgefunden hätte. In der Tat fällt die ungemein dichte Lagerung der mächtigen Oxalatdrusen in jedem Schnitte sofort auf. Trotzdem erscheint eine vermehrte Oxalatabscheidung aus folgenden Gründen recht fraglich. Man muß nämlich berücksichtigen, daß alle Stärkekörner führenden Parenchymzellen entleert sind, und daß diese entleerten Parenchymzellen sehr stark, zuweilen bis zum Schwinden des Lumens, zusammengepreßt, obliteriert, sind. Die Oxalatzellen fallen natürlich nicht zusammen, werden aber dichter aneinander gedrückt. Derart wird eine vermehrte Oxalatbildung vorgetäuscht. Ähnliches kann von den zahlreichen Farbstoffzellen gesagt werden. Der Farbstoff (Oxymethylanthrachinone) ist bei der Abschnürung, während das noch lebensfähige Gewebe unter hohem Druck gehalten wurde, aus vielen Parenchymzellen herausgedrückt und in die weiten Gefäße gepreßt worden. So kommt es auch, daß die Gefäße ebenfalls aneinander gedrückt wurden. Diese Verhältnisse, die bei den früheren Untersuchungen übersehen worden sind, ließen sich an meinem und an dem SCHINDELMEISERschen Stücke einwandfrei feststellen. Sie sind vielleicht auch bei den HARTWICHschen Stücken vorhanden, wenigstens scheint die Bemerkung HARTWICHs, „die derberen

Stränge des einen Stückes, das ich oben erwähnte, bestehen im wesentlichen aus solchen" (Gefäßen) darauf hinzudeuten. Eine vermehrte Oxalatabscheidung in dem abgeschnürten Gewebe läßt sich nicht nachweisen, hat wohl auch nicht stattgefunden, so sehr auch theoretische Erwägungen dafür sprechen mögen.

Dextrose und Lävulose, die sich im normalen Gewebe mikrochemisch in wechselnder Schärfe als Osazone (Verfahren von SENFT), stets aber makrochemisch mit FEHLINGscher Lösung nachweisen lassen, fehlen nach den ausgeführten makrochemischen Bestimmungen ebenfalls im ausgeschalteten Gewebe. Aber selbst an Oxymethylanthrachinone gebundene Zucker waren makrochemisch in 2 g Substanz nach zweistündiger Hydrolyse mit verdünnter Säure nicht nachweisbar. Es sind also freie und gebundene Zucker aus dem ausgeschalteten Gewebe ausgewandert.

Welches Schicksal erfahren nun aber die Oxymethylanthrachinone in dem abgeschlossenen Gewebe? Nach SCHINDELMEISER sollten sie sich, wie bereits erwähnt, vermindert haben oder in Tannoglykoside übergegangen sein. Letzteres ist, wie oben erwiesen, nicht der Fall, da nach erfolgter Hydrolyse makrochemisch kein Zucker nachweisbar ist. Die nunmehr freien Oxymethylanthrachinone können sich entweder nicht verändert haben, oder sie sind oxydiert oder reduziert worden. Eine Oxydation wäre immerhin möglich, erscheint aber wenig wahrscheinlich in einem allseitig von einem dichten Korkmantel umgebenen Gewebe, das zudem von dem umgebenden, in starkem Wachstum begriffenen Gewebe unter hohem Druck gehalten wird. Hier wird man eher an Reduktionsvorgänge denken. Die Reduktionsprodukte der Oxymethylanthrachinone sind als Anthranole (Oxyanthracene, die das Hydroxyl in Stellung 9 oder 10 enthalten) bekannt und treten in der Araroba, dem Roh-Chrysarobin des Holzes von *Andira araroba Aguiar* auf, sowie in den Früchten von *Rhamnus cathartica*. Wir müssen bei der weiteren Erörterung auf die anderen Pflanzen eingehen, die Oxymethylanthrachinone führen.

Die Anthranole werden von Ätzalkalien zunächst gelb gefärbt, später rot. Da nun in der frischen Rinde von *Rhamnus frangula* mit Kalilauge nur eine gelbe Lösung entsteht, die erst allmählich vom Deckglasrande her (durch die oxydierende Wirkung des Luftsauerstoffes) rötlich wird, und HANS MILLER und ich bei frischen *Rumex*-Rhizomen zunächst ebenfalls nur wie im Andiraholze

Gelbfärbung erhielten, so warf ich an anderer Stelle die Frage[1]) auf, ob nicht in den frischen *Rhamnus*-Rinden, also in den lebenden Zellen, die Anthrachinone in ihrer Reduktionsform, als Anthranole, vorliegen können. Für diese Annahme ließ sich noch die Wirkung anführen, frische Faulbaumrinde wirkt ebenso wie Chrysarobin brecherregend. Auch WASICKY erhielt in frischem *Rheum*-Rhizom des Frühjahrs nur Gelbfärbung mit Kalilauge, im Herbstrhizom indessen sofort Rotfärbung. Anderseits habe ich bei der Sublimation von frischer *Rhamnus*-Rinde nur Fettsäure-Kristalle und niemals Anthrachinone erhalten. So läßt sich das Vorkommen von Anthranolen in lebendem Gewebe derzeit nicht erweisen und die Annahme, die Oxymethylanthrachinone entständen erst beim Trockenprozeß aus Oxymethylanthranolen durch Oxydation, nicht stützen.

Als Gewebe, in denen Anthranole durch Reduktion entstanden sein könnten, kämen Kork und Borke bei den Rhamnaceen in Betracht. Bei der Bearbeitung des Artikels „Cortex Frangulae“ in der 2. Auflage des TSCHIRCHschen anatomischen Atlas habe ich gezeigt, daß die Korkzellen von *Rhamnus frangula* keine Anthrachinonderivate führen, trotzdem sie mit rotem Inhalt erfüllt sind und heute kann hinzugefügt werden, daß auch die Korkzellen von *Rhamnus carniolica* und *cathartica* anthrachinonfrei sind. Der Beweis läßt sich auf verschiedenem Wege erbringen. Einmal durch sorgfältige Abtrennung der Korkzellen auf mechanischem Wege und nachfolgende Sublimation. Und des weiteren nach einem Verfahren, das auch für die Lokalisationsermittlung in Betracht kommt. Wir belassen die Schnitte über Nacht in Ammoniakdampf. Ein Teil dieser Schnitte wird in Öl betrachtet (zum Vergleich), der andere Teil kommt unter Deckglas unmittelbar in Salzsäure. Jetzt muß in dem durch Ammoniak geröteten Zellinhalt in wenigen Augenblicken eine körnige bis fein kristallinische chromgelbe Fällung entstehen. Der Farbenumschlag von Rot in Gelb tritt im mikroskopischen Bilde klar in Erscheinung. Durch die Säure werden eben die Anthrachinone aus ihrer ammoniakalischen Lösung ausgefällt.

Ferner könnte man einen Aufschluß über die Umwandlung der Oxymethylanthrachinone bei der Bildung der Borke erwarten. Borkenbildung konnte ich, wenn auch nur vereinzelt bei *Rhamnus Purshiana*, hingegen ziemlich regelmäßig bei *Rhamnus*

---

1) O. TUNMANN: Über die Bildung der Araroba (des Roh-Chrysarobins) *Andria araroba Aguiar*, Apoth. Ztg. 1915, Nr. 74 und 75.

carniolica ermitteln. Durch die Bildung innerer Phellogenschichten werden mehr oder minder mächtige Teile des (primären) Rindenparenchyms abgestoßen, die zuvor mit Anthrachinonderivaten vollgepfropft waren. Eine Rückwanderung dieser in das innere Parenchym erfolgt nicht. Jedoch sind in der Borke Anthrachinonderivate, selbst auf makrochemischem Wege, nicht nachweisbar. Sie müssen also beim Übertritt der Gewebe in die Borke ungemein schnell zersetzt werden. Vielleicht wird der Anthrachinonkern gesprengt und dann könnten zahlreiche, und zwar ganz verschiedene Verbindungen entstehen (Oxybenzoesäuren, Toluylsäuren,. Protocatechusäure, u. a.). Eine Reduktion hat sicher nicht stattgefunden, denn Anthranole sind nicht nachweisbar.

Während nun die Gegenwart der Anthranole im Holze von *Andira araroba* makrochemisch durch die Arbeiten von LIEBERMANN und HESSE u. a., sowie mikrochemisch von mir einwandfrei sichergestellt ist, sind die Befunde von WALIASCHKO und KRASSOWSKI[1]) über das Vorkommen von Emodinanthranol in den Früchten von *Rhamnus cathartica* von einigen Chemikern bezweifelt worden. Meine mikrochemischen Befunde sprechen indessen entschieden für die Gegenwart eines Anthranols. Die ersten Sublimate der Früchte (unreife Beeren, Handelsware) enthalten farblose, zum Teil kristallinisch erstarrende Tropfen, dann chromgelbe Tropfen mit feinen Nadeln. Kalilauge färbt die Tropfen zunächst nur bräunlich, erst bei Zusatz von Wasser und zwar erst nach einigen Minuten, wenn der Sauerstoff der Luft genügend eingewirkt hat, tritt die für Oxymethylanthrachinone bezeichnende „Kirschrotfärbung" ein. Diese Reaktion zeigt den Anthranolcharakter an. Der homogene Anteil der gelben Tropfen wird kirschrot, die Kristalle in den Sublimationstropfen färben sich nicht. Außerdem sind andere gelbe Farbstoffe vorhanden (Rhamnin und Quercetin). Schwefelsäure färbt die Tropfen nur rotbraun, nach einiger Zeit entsteht eine gelbe Lösung. Bei der Behandlung mit Eisenchlorid bleibt die Kristallmasse der Tropfen farblos, die Lösung wird nach 24 Stunden schwach gelbgrün, beim Erwärmen rötlich (Quercetin, ein Tetraoxyflavonol). Mit Alkalien sind Fettsäuren im Sublimat nachweisbar.

Die Mikrochemie der Anthraglykosidpflanzen ist in neuerer Zeit zusammenfassend dargestellt worden. Wir benutzen zum Nachweis Alkalien, am besten alkoholische Kali- oder

---

1) N. WALIASCHKO und N. KRASSOWSKI: Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 1908, S. 1502.

Natronlauge, die sofort eine kirsch- oder blutrote Färbung hervorrufen muß, die makroskopisch (selbst mit den kleinsten Schnitten) wahrnehmbar ist. Dann hat W. MITLACHER[1]) zum Nachweis die Sublimation herangezogen und SOUÈGES[2]) Ammoniakdampf zur Lokalisationsermittlung benutzt. Durch vergleichende Untersuchungen haben HANS MILLER und ich festgestellt[3]), daß die Sublimation an Schärfe das Verfahren mit Ammoniakdampf bedeutend übertrifft und nicht selten dann noch zum Ziele führt, wenn die Reaktion mit Kalilauge infolge von Gerbstoffen versagt, wie es beispielsweise bei Früchten von *Rheum*-Arten der Fall ist. In neuester Zeit habe ich die Oxymethylanthrachinone unmittelbar aus etwas Pulver oder einigen Schnitten in kristallisiertem Zustande mit dem Essigäther-Verfahren sichtbar gemacht, einem Verfahren, das ich zum Nachweis des Calumbins in der *Calumba*-Wurzel[4]), des Lopachols in den *Lopacho*-Hölzern[5]) u. a. benutzte. Es gelangen sofort (innerhalb 1 Minute), noch während des Verdunstens des Essigäthers, zahlreiche einzeln liegende Nadeln, dann Nadeln in Form von Garben, Büscheln, Ähren, Pinseln und Doppelpinseln, oft von ansehnlicher Größe (100—300 μ) zur Abscheidung, die anfangs überwiegend rotbraun gefärbt sind, in einigen Stunden aber chromgelb werden und in Drusen übergehen. Derartige Kristalle erhalten wir bei *Rhamnus carniolica* und *cathartica*. Abweichend verhalten sich *Rhamnus frangula* und *Purshiana*; bei diesen ist ein Erwärmen vorteilhaft. Bei *Rhamnus frangula* sind die am Deckglasrande sich abscheidenden Massen und Tropfen fast rotgelb, die wenigen Kristalle bilden sich in Drusenform und erst nach mehreren Stunden aus. Auch bei *Rhamnus Purshiana* ist die Kristallbildung träge, es entstehen Drusen, ebenso bei *Rheum*. Nebenbei bemerkt fallen chemisch reine Emodine aus Essigäther am Objektträger gleichfalls in kleinen Drusen aus. Bei dem Essigäther-Verfahren stehen somit *Rhamnus carniolica* und *cathartica* zusammen und gegenüber den beiden anderen *Rhamnus*-Rinden, denen sich *Rheum* anschließt. Zur Erklärung lassen sich zwei

---

1) W. MITLACHER: Zur Mikrochemie einiger Emodindrogen, Pharm. Praxis 1906, V, Nr. 11.

2) R. SOUÈGES: Anwendung gasförmiger Reagentien z. Charakterisierung der wirksamen Drogenbestandteile, Bull. scienc. pharm., 1911, XVIII, S. 526.

3) O. TUNMANN: Pflanzenmikrochemie 1913, S. 351.

4) O. TUNMANN: Kleinere Beiträge zur Pflanzenmikrochemie, Nr. V. Über die *Calumba*-Wurzel, Pharm. Zentralhalle 1914, LV, S. 775.

5) O. TUNMANN: Der mikrochemische Nachweis des Lopachols Apoth. Ztg. 1915, Nr. 8.

Gründe anführen, einmal der, daß in *Rh. carniolica* und *cathartica* die Oxymethylanthrachinone in einer anderen aus Essigäther leicht kristallisierenden Verbindung vorliegen als in *Rh. frangula* und *Purshiana*. Anderseits wäre es nicht ausgeschlossen, daß bei den letztgenannten Rinden Beikörper, die in *Rh. carniolica* und *cathartica* fehlen, der Kristallisation hinderlich sein können.

Diesem Verfahren sei nun ein neues angefügt, dessen ich mich seit kurzem öfters bediene, so beim Nachweis der zu den Flavonen und Flavonolen gehörenden gelben Farbstoffe[1]). Es ist die Nitrierung. Die Reaktion ist selbstverständlich bei vielen Körpern durchführbar. Jedoch sind die entstehenden Nitroverbindungen in Färbung, Gestalt und Lösungsverhältnissen sehr verschieden. Fallen die Nitrokörper am Deckglasrande aus, dann lassen sich an ihnen leicht weitere Reaktionen vornehmen. Die Nitrierung wird in einfachster Weise durch Erhitzen einiger Schnitte oder der Sublimate mit konzentrierter Salpetersäure unter Deckglas durchgeführt, zuweilen ist ein Zusatz von Schwefelsäure zur Salpetersäure vorteilhaft. Gute Dienste leistet die Nitrierung bei den Sublimaten. Wenn man einen Schnitt des *Rheum*-Rhizoms unter Deckglas mit konzentrierter Salpetersäure aufkocht, dann bilden sich nach dem Abkühlen, zuweilen erst nach mehreren Stunden zahlreiche bräunlich-gelbe einzeln liegende Nadeln und Büscheln von Nitro-oxymethylanthrachinonen, die sich teils auf dem Schnitte teils am Deckglasrande abscheiden (Fig. 3). Sie stimmen in ihrem reaktionellen Verhalten mit den aus den Sublimaten der Pflanzen oder der chemisch reinen Oxymethylanthrachinonen erhaltenen Nitroverbindungen überein.

Der mikrochemische Nachweis der Anthranole ist ebenfalls in neuester Zeit durchgeführt worden (TUNMANN, Literat. Nr. 6). Bei der typischen Anthranol-Droge, dem Holze von *Andria araroba* scheiden sich aus kleinsten Splitterchen bei Zusatz von Aceton, Essigäther, Benzol u. a. am Deckglasrande starke Kristallkrusten von gelblicher Farbe ab. Die einzelnen Kristallformen sind nur im Anfange ihrer Ausbildung gut zu erkennen. Bei der Sublimation erhält man von dem kleinsten Holzsplitterchen mehrere Sublimate. Die ersteren Sublimate sind farblos, die späteren kanariengelb. Meist bestehen sie aus kleinen Körnern oder Kristallwarzen, die bei gekreuzten Nikols nur schwach aufleuchten. Man kann sie mit Essigäther, Pyridin, Aceton, Anilin u. a. umkristalli-

1) O. TUNMANN: Beiträge zur angewandten Pflanzenmikrochemie Nr. XII. Zur Mikrochemie des Gentisins und der gelben Farbstoffe in *Frasera carolinensis*, Apoth. Ztg. 1916 Nr. 32 u. 33.

ren. Aus Pyridin fallen am Deckglasrande sehr lange und ıwach gelbliche, zu Büscheln vereinte Nadeln von gerader Aus- chung aus, sowie tiefgelb gefärbte Sphärite, während die Pyridin- ösung eine rötliche Färbung annimmt. Aus Essigäther entstehen berwiegend gelbe Drusen, aus Anilin tiefbraune, derhe, zu Sternen ereinte Nadeln, aus Aceton gelbe Nadeln und Drusen. Will man ei der Sublimation unmittelbar gute Kristallformen erzielen, dann tehen zwei Wege offen. Man sublimiert bei kleinster Flamme und rhält nach 10—20 Minuten ein farbloses Sublimat mit einzeln egenden Kristallwarzen, aus denen fast farblose Nädelchen und leine Prismen hervorschießen. Oder man sublimiert bei höherer 'emperatur und ohne den Objektträger zu wechseln, bis ein stark elbes Sublimat entsteht, in dem sich dann auf der kleinkör- igen dichten Grundmasse sehr große farblose oder doch nur chwach gelbliche Kristalle abscbeiden, die fast wie gekrümmte adeln aussehen; es sind aber mehr oder minder senkrecht auf em Objektträger stehende Blättchen, wovon man sich leicht über- eugen kann, wenn man ein Deckglas auflegt und dieses etwas an- rückt; jetzt treten die zarten Blättchen in Flächenansicht hervor.)ie gelbe Farbe der Sublimate ist auf Oxymethylanthrachinone zurück- uführen, die, wenn auch in geringer Menge neben den Anthranolen n *Andira*-Holze vorkommen. Das beste und einfachste Reagens zur Interscheidung der Anthrachinon- und Anthranolsublimate fand ich in eleniger Schwefelsäure. Die Oxymethylanthrachinon-Sublimate wer- en hiermit kirschrot, nach einiger Zeit wird der Rand der Flüssigkeit elblich. Läßt man auf ein Anthranolsublimat einen Tropfen seleniger chwefelsäure fallen, dann entsteht nur für einen Augenblick eine otc Färbung (infolge des Gehaltes an Oxymethylanthrachinonen), ie aber sofort in Blaugrün übergeht und bald blauschwarz wird; ach 12 Stunden erscheint der Tropfen makroskopisch schwarz, ikroskopisch blauschwarz. Der grüne Farbenton kommt dem modinanthranol zu, der schwärzliche Farbenton dem Chrysophan- ureanthranol, die Färbung zeigt somit zwei Körper an. —

Mit Hilfe der angeführten Reaktionen wurden nunmehr die „Einschlüsse“ der *Rheum*-Rhizome untersucht. Das SCHINDEL-MEISER'sche Stück gab mit dem kleinsten, kaum sichtbaren Splitterchen mehrere auffallend kräftige Sublimate. Wenn man das Pulver mit gereinigtem Seesand 1 : 100 durch gutes Verreiben mischt, dann geben 0,001 g Substanz des ausgeschalteten Gewebes (der „Einschlüsse“) noch 7 starke kristallisierte Sublimate, während man von dem umhüllenden normalen Gewebe oder dem eines anderen *Rheum*-Rhizomes im besten Falle 2 gleich starke Sublimate

erhält. Entgegen der Angabe von SCHINDELMEISER sind im ausgeschaltetem Gewebe nicht nur weniger Oxymethylanthrachinone als im normalen zugegen, sondern, wie es zunächst scheint, bedeutend mehr. Die Zunahme ist jedoch sicher nur eine scheinbare. Es ist von vornherein schwer verständlich, wie in einem aus dem Verbande abgeschlossenen Gewebe eine Neubildung von Oxymethylanthrachinonen erfolgen könnte. Die „scheinbare" Zunahme klärt sich denn auch leicht auf, wenn man den oben festgestellten Befund berücksichtigt, daß das ausgeschaltete Parenchym stark zusammengepreßt ist. Daraus folgt, daß in gleich schweren Schnitten des ausgeschalteten und des normalen Gewebes, die ersteren mehr Oxymethylanthrachinone führen müssen als die letzteren, und zwar umsomehr, je weiter die Zusammenpressung des Parenchyms vor sich ging.

Dieser Befund ist auch nach einer anderen Richtung hin wichtig. Er bestätigt völlig einwandfrei und ohne experimentelle Eingriffe die bekannte von W. PFEFFER aufgestellte Ansicht, daß die nicht zuckerartigen Spaltlinge (Aglykone) der Glykoside als schwer diosmierende Körper die Zellen nicht verlassen, nicht auszuwandern vermögen.

Die Sublimate meines Stückes und des SCHINDELMEISERschen Stückes, sowohl die inneren als die äußeren Zonen (b und c Fig. 1) der Einschlüsse, zeigten in ihren Reaktionen überwiegend völlige Übereinstimmung. Sie gaben prachtvolle Nitroverbindungen, färbten sich mit Ammoniakdampf tiefrot, ließen sich mit Essigäther umkristallisieren und lösten sich innerhalb kurzer Zeit in Ätzalkalien mit kirschroter Farbe. Erst in ihrem Verhalten gegen konzentrierte Schwefelsäure, besonders nach erfolgtem Erwärmen, traten scharfe Unterschiede hervor. Die Sublimate des SCHINDELMEISERschen Stückes wurden gelbrot, rot, die Sublimate meines Stückes grünlich. Noch schärfer trat der Unterschied bei Anwendung von seleniger Schwefelsäure hervor (das SCHINDELMEISERsche Stück rötlich, mein Stück blauschwarz). Nur diese Reaktion war es, die mich auf Anthranole (s. oben) hinwies und nun ergab die eingehendere Durchmusterung der Kristallformen in den Sublimaten bei dem SCHINDELMEISERschen Stücke einige wenige fast farblose Blättchen, bei meinem Stücke zahlreiche Blättchen, die völlig mit denen im Sublimate des *Andira*-Holzes übereinstimmen (Fig. 2). Daß bei der Kalilaugebehandlung und bei der Nitrierung keine augenfälligen Unterschiede hervortreten, erklärt sich aus dem Umstande,

daß beide Stücke noch Oxymethylanthrachinone führen. Bei dem SCHINDELMEISERschen Stücke sind nur wenig, bei meinem Stücke jedoch reichlich Anthranole gebildet.

So haben durch die vorliegende Untersuchung die „Einschlüsse“ der *Rheum*-Rhizome in anatomischer, besonders aber in biochemischer Hinsicht eine vollständige Aufklärung erhalten. Die durch einen dichten Korkmantel ausgeschalteten großen Gewebekomplexe (Einschlüsse) erfahren tiefgreifende Veränderungen. Die Nährstoffe, Stärke und freie Zucker, sowie der glykosidisch gebundene Zucker werden, wahrscheinlich schon während (oder vor)

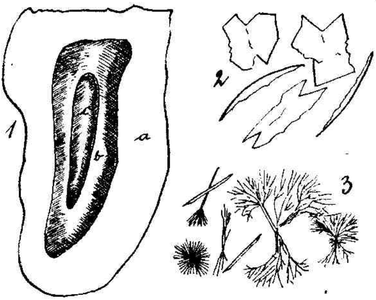


Fig. 1. *Rheum*-Rhizom mit zwei ineinander geschalteten Einschlüssen b und c (Längsschnitt, nat. Größe), b und c sind untereinander und von dem normalen Gewebe a durch Korkschichten getrennt.

Fig. 2. Anthranolkristalle aus den Sublimaten der Einschlüsse.

Fig. 3. Kristalle von Nitro-Oxymethylanthrachinonen aus Schnitten und Sublimaten.

der Korkbildung herausgezogen, sie wandern aus. Die Oxalate bleiben als echte Sekrete zurück, ebenso die nicht zuckerartigen Spaltlinge der Glykoside, die Gallussäure, das Catechin und die Oxymethylanthrachinone. **Ein mehr oder minder großer Teil der Oxymethylanthrachinone wird durch Reduktion in Anthranole übergeführt.** Gleichzeitig werden die parenchymatischen Elemente stark zusammengepreßt, wodurch eine Vermehrung der Oxalate und der Anthrachinonderivate vorgetäuscht wird.

21. E. Heinricher: Berichtigende Mitteilung über die Keimungsbedingungen der Samen von Arceuthobium Oxycedri (DC.) M. Bieb.

(Eingegangen am 13. März 1917.)

In einer 1915 veröffentlichten Abhandlung[1]) habe ich 2 Sätze ausgesprochen, die einer Richtigstellung bedürfen. Diese lauten:

1. *Arceuthobium* keimt nicht wie die Mistel auf beliebiger toter Unterlage; auf Glasplatten, also auf anorganischem Material, trat keine Keimung ein.
2. Hingegen keimten die Samen auf Brettchen von Fichtenholz und ganz besonders gut auf reinem schwedischen Filtrierpapier, also auf organischem totem Substrat. Man wird also einen von solchem Substrat ausgehenden Anreiz der Samen zur Keimung annehmen und diesen in der Zellulose erblicken dürfen.

Im Hinblick auf das nicht übermäßig reich zur Verfügung gestandene Samenmaterial und die Tatsache, daß von den aus Istrien bezogenen Samen sich, auch unter den günstigsten Bedingungen mehr denn 50 % als keimungsunfähige erwiesen, habe ich allerdings den angeführten Sätzen sowie den weiteren der Zusammenfassung die Bemerkung beigefügt, daß die folgenden Ergebnisse „als sichergestellt oder sehr wahrscheinlich" sich anführen lassen. Auch am Schlusse der Mitteilung sagte ich, daß „das Mitgeteilte eine erweiterte Prüfung, Kontrolle und Ausbau nach mannigfacher Richtung erheische".

Schon GASSNER[2]) hat hervorgehoben, daß sich gegen die Deutung, Filtrierpapier (Zellulose) übe eine keimungsauslösende Wirkung, mannigfache Bedenken geltend machen. „Mit viel mehr Wahrscheinlichkeit dürfte die Erklärung der interessanten Beobachtungen HEINRICHERs in der Richtung zu suchen sein, daß bei Keimung auf Glas die gebildeten keimungshemmenden Stoffe an

---

1) Ueber besondere Keimungsbedingungen, welche die Samen der Zwerg-Mistel *Arceuthobium Oxycedri* (DC.) M. Bieb. beanspruchen. (Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, II. Abt., Bd. 42, 1915, S. 706.)

2) „Beiträge zur Frage der Lichtkeimung." (Zeitschr. f. Botanik, 7. Jahrg., 1915, S. 657.)

der Oberfläche des Samens bleiben, bei Keimung auf Holz oder Filtrierpapier dagegen durch Diffusion in das Substrat verdünnt und so unschädlich werden. Das würde mit den Ausführungen WIESNERs, welcher ebenfalls den Hemmungsstoffen bei der Keimung die Mistelsamen eine Rolle zuweist, in Übereinstimmung stehen".

Gegen die Annahme WIESNERs, daß im Mistelschleim keimungshemmende Substanzen enthalten wären, habe ich mich aber schon vordem geäußert[1]), und sie dann, wie ich meine, durch jene Versuche widerlegt, die zeigten, daß die Samen unserer Mistel gar keine Ruheperiode haben und unter Darbietung der günstigsten Verhältnisse jederzeit in kurzer Frist (mit Keimbeginn selbst innerhalb 24 Stunden) zur Keimung gebracht werden können[2]). Es war das auch möglich, bei Vermeidung eines Kontaktes zwischen Filtrierpapier und Mistelsamen, bei Lagerung dieser auf die reine Glasfläche, wodurch die Annahme GASSNERs, das Filtrierpapier könne durch Diffusion die keimungshemmenden Stoffe unschädlich machen, unnötig erscheint.

In der Fußnote 4 dieser Abhandlung habe ich aber GASSNERs Ausspruch, daß gegen meine Annahme, für *Arceuthobium* gehe ein Anreiz zur Keimung von der Zellulose aus, „mannigfache Bedenken erhoben werden können" beigestimmt. Waren leise Zweifel dagegen schon vorher rege, daher ich ja selbst Nachprüfung und Weiterverfolg der Sache als notwendig bezeichnet hatte, so war mein Bedenken durch die Erfahrungen, welche die letzten Keimungsversuche mit den Mistelsamen gewinnen ließen, noch bedeutend verstärkt worden. Die erwähnten raschen Keimungen konnten nur bei zusagender Temperatur, relativ hoher Lichtintensität und bei gesättigter Luftfeuchtigkeit erzielt werden; ja es erwies sich als günstig, wenn etwas Wasser nicht nur absorbiert im unterlegten Filterpapier, sondern überständig dem Samen geboten war. Hier nun vermutete ich auch für *Arceuthobium* den springenden Punkt angezeigt, warum die auf Glasplatten ausgelegten Samen nicht gekeimt hatten. Nicht das anorganische Substrat erschien mir an der verhinderten Keimung Schuld zu tragen, sondern das Unvermögen der Samen, aus der Luftfeuchtigkeit das zur Keimung

1) E. HEINRICHER, „Ueber Versuche, die Mistel (*Viscum album* L. auf monokotylen und auf succulenten Gewächshauspflanzen zu ziehen." (Sitzungsber. der kais. Ak. d. Wiss. in Wien, Bd. CXXI, Abt. I, 1912, S. 28.)

2) E. HEINRICHER, „Ueber den Mangel einer durch innere Bedingungen bewirkten Ruheperiode bei den Samen der Mistel (*Viscum album* L.)." (Die gleichen Berichte, 125. Bd., 1916.)

nötige Wasser zu gewinnen. Darum sagte ich in der Fußnote S. 10 meiner erwähnten Abhandlung: „Die geplante Weiterführung der Untersuchung über die Keimung von *Arceuthobium* hat der Krieg vorläufig unmöglich gemacht. Die Lösung, welche die Frage erfahren dürfte, glaube ich heute schon zu ahnen. Sie wird den angenommenen chemischen Anreiz durch eine organische Substanz verneinen, aber auch kaum die Wirksamkeit eines Hemmungsstoffes im Sinne GASSNERs bestätigen."

Die Absicht, einen meiner Schüler mit dem Weiterverfolg der Frage zu betrauen, scheiterte an dem Ausbruch des Krieges. Er entzog mir den Schüler und erklärlicherweise die Möglichkeit, aus Istrien, woher ich für meine *Arceuthobium*-Studien die Beeren bislang erhalten hatte, weitere Sendungen solcher zu beziehen.

Da indessen meine in künstlicher Kultur aufgezogenen *Arceuthobium*-Pflanzen 1916 schon Früchte ergaben, so benutzte ich das zur Verfügung stehende, allerdings etwas spärliche, aber zur Entscheidung der Hauptfrage genügende Samenmaterial[1]), zur Durchführung der nachfolgenden Versuche.

D e r I. V e r s u c h , eingeleitet am 29. November, 4 Uhr nachmittags, ist ein Parallelversuch:

a) 7 Samen kommen auf einen runden gegossenen Gipsblock, der aus einer untergelegten Glasschale Wasser saugt. Letztere steht auf einem größeren Untersatz, über den eine Glasglocke kommt.

b) 7 Samen kommen auf einen gleichen, aber trockenen Gipsblock, der von einer etwa 5 cm hohen, zylindrischen Fassung aus Zinkblech getragen, auf dem Untersatz aufsteht. Dieser erhält eine Wasserschicht und wird mit einer Glasglocke gedeckt. An den Seiten-

1) Obgleich die weiblichen Pflanzen schon an die zweihundert Beeren trugen, konnte doch nur der Same von 75 zu Versuchen gewonnen werden. Schuld daran trägt der Explosionsmechanismus der Beeren; der einmal ausgespritzte Same ist bei seiner Winzigkeit im Gewächshaus nicht wiederzufinden. Man muß deshalb die Beeren, bevor sie die maximale Spannung erreichen, abnehmen, wobei aber der Uebelstand mitläuft, daß manche noch nicht volle Reife besitzen. Ich schnitt die Beeren mit dem Stiele ab und legte sie auf einem Untersatz aus. An die Schnittfläche des Stieles wurde ein größerer Wassertropfen gesetzt, und der Untersatz mit einer Glasglocke, die an den Seitenwänden mit Filtrierpapier ausgekleidet war, überdeckt. Man konnte dann die ausgeschleuderten Samen an den Wandungen der Glasglocke finden. Bei weniger reifen Beeren war etwas Geburtshilfe nötig. Stöße oder leichter Druck, mit einer Nadel ausgeführt, lösten den Mechanismus aus. Die Richtung der Beere mußte dabei so getroffen werden, daß bei der teilweise gelüfteten Glocke der Same in sie hinein abgeschleudert wurde. Von den 75 so gewonnenen Samen verwendete ich 42 zu Infektionsversuchen, 33 zu den Versuchen, die Gegenstand dieser Mitteilung sind.

wänden dieser Glocke ist ein Belag von Filtrierpapier angebracht, der ständig aus dem Untersatz Wasser saugt.

Die Kulturen wurden nebeneinander auf einem der Tische des kleinen Mikroskopier-Saales, unmittelbar an einem der großen Fenster (N) aufgestellt. Es ist ersichtlich, daß in a ständig liquides Wasser auf der Oberfläche des Gipsblockes den Samen zur Verfügung stand, während in b den Samen solches nicht zukam, nur die wohl stets mit Feuchtigkeit gesättigte Luft unter der Glocke zur Verfügung war.

Daß in a der Wasserzutritt zu den Samen glatt erfolgte, war erkennbar, weil hier jeder Same dauernd von einem Tropfen gequollenen Schleimes umgeben war; in b wurde ein solcher aber nie sichtbar.

Ein zweiter Versuch, der am 1. Dezember eingeleitet wurde, sei in seiner Durchführung auch gleich mitbesprochen, da das Ergebnis wenigstens teilweise mit dem des ersten in Vergleich gezogen werden kann.

In dem Boden einer kleinen Petrischale kamen auf sterilisiertes, reichlich mit destilliertem Wasser getränktes Filtrierpapier 19 Samen zur Auslage. In einer Reihe befanden sich 9 besser gereifte, in der zweiten Reihe 10 weniger gereifte Samen, die noch grünlich gefärbt waren, während vollreife, schwarz oder schwarzbraun sind. Die mit Deckel geschlossene Schale wurde in der physiologischen Dunkelkammer, in der gleichzeitig Versuche mit Mistelsamen liefen, einer Lichtintensität von annähernd 3200 K ausgesetzt. Zunächst interessierte mich die Frage, ob unter diesen Verhältnissen bei den Samen von *Arceuthobium* die Keimung auch so beschleunigt hervorgerufen werden kann, wie bei denen der Mistel.

Ergebnisse. Vorerst sei das des Versuches II besprochen. In der physiologischen Dunkelkammer verblieb die Kultur bis 18. Dezember. Die Temperaturschwankungen unter der elektrischen Birne (zusammenhängend mit solchen im Versuchsraume) zwischen 1. bis 18. Dezember verliefen untertags zwischen 19,5—25,5 ° C.; nachts werden Senkungen unter 19 ° vermutlich auch vorgekommen sein.

Eine Keimung war bishin (18. Dezember) nicht erkannt worden. Es ist also einigermaßen sicher, daß die *Arceuthobium*-Samen nicht so rasch zur Keimung zu bringen sind, wie jene der Mistel.

Da die Versuche mit den Mistelsamen abgeschlossen waren, wurde am 18. Dezember die Petrischale mit den *Arceuthobium*-Samen aus der physiologischen Dunkelkammer in den Mikroskopiersaal übertragen und unter die gleiche Glocke eingestellt, unter

der sich die Samen des Versuches I b befanden. Sie hatten von nun ab also Tageslicht durch das große N-Fenster und im allgemeinen beträchtlich niederere Temperatur. Schon bis 24. Januar kamen hier untertags Schwankungen von 19,5—9,5 ° C. vor. Späterhin, bis Mitte Februar, kam infolge anhaltender Kälte und mangelnder Beheizung auch untertags eine Temperatur von nur 8 ° C. wiederholt vor, und sank sie nachts sicher häufig bis auf 6 ° C.

Die ersten Keimungen wurden aber in dieser Kultur schon am 19. Dezember beobachtet und zwar waren von den drei Keimlingen zwei sicherlich schon während des Aufenthaltes in der Dunkelkammer hervorgebrochen, aber in der künstlichen Beleuchtung und ob der auffallend blaßgrünen Färbung des hervorgetretenen Hypokotyls übersehen worden. Alle drei Keimlinge gehörten der Reihe der weniger ausgereiften Samen an. Hier folgten dann vom 8. Januar an weitere Keimungen (8. Januar eine, 10. Januar eine, 19. Januar eine, 12. Februar eine), so daß am 12. Februar acht von den zehn Samen gekeimt hatten (also 80 %). Weniger günstig verlief die Keimung in der Reihe mit den reiferen Samen. Am 10. Januar keimte hier der erste Same, am 27. Januar zwei, am 3. Februar einer; bis zum 12. Februar waren aber vier Samen und ein Keimling durch Pilze oder Bakterien eingegangen; ungekeimt war ein anscheinend noch guter Same. Im ganzen keimten also auf dem Filtrierpapier in der Petri-Schale 63 % der ausgelegten Samen.

Eine Erörterung soll erst der Mitteilung des Ergebnisses vom Versuch I folgen.

Das Ergebnis in I a bestätigte die Richtigkeit meiner gehegten Anschauung. Auf dem saugenden, wasserdurchtränkten Gipsblock keimte am 24. Januar der erste von den sieben ausgelegten Samen, und bis 12. Februar folgten fünf weitere, und endlich am 19. Februar auch der siebente (somit 100 %).

Damit war also meine frühere Annahme, daß ein organisches, totes Substrat (speziell Zellulose) und eine von diesem ausgehende Reizwirkung zur Keimung des Samens nötig sei, widerlegt. Die Ursache, warum in meinen früheren Versuchen auf Glasplatten ausgelegte Samen nicht gekeimt hatten[1]), liegt vielmehr in dem Bedürfnis der *Arceuthobium*-

1) 2 Glasplatten belegt mit je 30 Samen (vgl. „Ueber besondere Keimungsbedingungen" S. 707); bei wiederholter Benetzung auf Glas ausgelegter Samen würde ein Keimen wohl auch zu erzielen sein.

Samen, daß ihnen flüssiges Wasser zugeführt werde.[1]) Das bestätigt das Ergebnis des Versuches I b, wo auf dem Gipsblock ohne Wasserzufuhr, bloß gesättigte Luftfeuchtigkeit, bis 12. Februar von den ebenfalls sieben Samen nur an einem ein geringes mit der Lupe allein erkennbares Hervortreten des Hypokotyls festgestellt werden konnte. Das war am 27. Januar noch fraglich, nur ein verdächtiges grünes Pünktchen war am radikularen Samenpol erkennbar; bis zum 12. Februar schien es deutlicher geworden, aber zu einem richtigen Auswachsen des Hypokotyls kam es auch weiterhin nicht. Dabei ist zu beachten, daß die Samen vom 29 November bis 12 Februar sich unausgesetzt in einer mit Feuchtigkeit gesättigten Luft befanden, Verhältnisse, die an den natürlichen Standorten von *Arceuthobium* in solcher Dauer und Beständigkeit kaum vorkommen werden. Und daß nicht die relativ niedere Temperatur die Keimung verhinderte, beweist der Parallelversuch, in dem bei gleicher Temperatur die Keimung zwar auch erst mit dem 24. Januar einsetzte, doch aber bis zum 19. Februar mit 100 % ablief.

Die Samen von *Arceuthobium* unterscheiden sich also von jenen von *Viscum album* darin, daß sie Zufuhr flüssigen Wassers bedürfen, die der Mistel aber eine solche entbehren können und bei halbwegs größerer Luftfeuchtigkeit zu keimen vermögen.[2]) Dies steht wohl auch im Zusammenhang, einerseits mit dem viel mächtigeren Schleimbelag, den die Mistelsamen gegenüber *Arceuthobium* aufweisen, andererseits, und das erscheint noch maßgebender, mit der relativen Größe des Samens von *Viscum* gegenüber *Arceuthobium*, wodurch bewirkt ist, daß

---

1) Daß im Versuche mit den Fichtenholzbrettchen (vgl. an gleichem Orte wie oben), ohne beabsichtigte Zufuhr flüssigen Wassers, von den ausgelegten 20 Samen je einer gekeimt hatte, wird leicht erklärlich, da die Versuche vorerst im Kalthaus liefen und hier Spritz- oder Tropfwasser kaum völlig ausgeschlossen war. *Bei der Fortsetzung der Versuche im Versuchsgewächshaus* kamen aber weitere Keimungen nur auf dem Brettchen a vor, das Wasser saugen konnte, auf jenem von b, wo die Samen auf die Luftfeuchtigkeit angewiesen blieben, keine. *Auf die sehr deutlichen Beziehungen zur Wasseraufnahme* wies die Verteilung der Keimlinge auf dem Brettchen a hin. Vgl. die a. a. O. gegebene Skizze.

2) Wie groß bei den Mistelsamen die Widerstandsfähigkeit gegen das Austrocknen unter bestimmten Bedingungen gehen kann, und daß selbst unter solchen noch Keimung ausgelöst wird, kommt in einer eingehenden Arbeit über die Keimung der Mistelsamen und dem Einfluß der Außenbedingungen auf sie zur Veröffentlichung.

schon im Endosperm des Mistelsamens ein zur Keimung ausreichender Wasservorrat vorhanden ist.

Was den Schleimbelag des Samens von *Arceuthobium* betrifft, so ist er erstens nicht allseitig um den Samen, zweitens auch da, wo er vorhanden ist, von wechselnder Mächtigkeit und verschiedener Beschaffenheit. Die Schleimschicht fehlt am stumpfen Pol des Samens, beginnt von hier aus an den Flanken und nimmt an Mächtigkeit nach oben allmählich zu. Am spitzen, radikularen Pol ist sie in größter ihn kapuzenartig deckender Menge ausgebildet.[1]) Während nun die Schleimfäden an den Flanken des Samens zur Reifezeit verquellen und dieser gequollene Schleim den zur Explosion führenden Spannungszustand herbeiführt, dann auch als Gleitmittel für den austretenden Samen dient, bleibt am Hinterende die mächtige Schleimfädenmasse in ungequollenem Zustande erhalten, teils wohl deshalb, weil sie weniger leicht quillt, teils vielleicht auch deshalb, weil ihr in der Beere weniger Wasser erreichbar ist als den übrigen Teilen der Schleimschicht. An dem ausgeschleuderten braunen Samen ist diese Schleimfädenmasse als weißer Anhang bemerkbar. Es ist wahrscheinlich, daß ihm weniger als Klebemittel[2]), denn als Wassersammler bei der Keimung eine wichtigere Rolle zukommt.

Wenn man Samen für die Aussaaten auf die S. 206 beschriebene Weise gewinnt, dann geht dieser Schleimanhang, besonders wenn die Samen ins Wasser fielen, beim Uebertragen leicht verloren. Ich habe bei meinen Versuchen den Eindruck gehabt, als ob solche Samen leichter bei der Keimung versagen würden als jene, welche den Anhang besitzen. In dem Versuche I b (trockene Gipsplatte) war der erwähnte Keimbeginn an einem Samen zur Beobachtung gelangt, der einen besonders starken Schleimanhang besaß. Als die übrigen sechs Samen am 19. Februar auf reichlich getränktes Filterpapier übertragen wurden, keimte ein zweiter Same, der ebenfalls den Anhang hatte, schon am 20. Februar, während die übrigen am 27. Februar, 3. März und 7. März (der letzte, schwächliche Same) folgten. Auch in I b keimten schließlich — nach Veränderung der

1) Vgl. E. HEINRICHER, „Beiträge zur Biologie der Zwergmistel, *Arceuthobium Oxycedri*, besonders zur Kenntnis des anatomischen Baues und der Mechanik ihrer explosiven Beeren". (Sitzungsber. der Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathm.-naturw. Kl. Abt. I., 124. Bd., 1915) Text S. 20 und 24 und die Figuren auf den Tafeln, bes. 1 und 2, Taf. III und Fig. 8, Taf. IV.

2) An der übrigen Oberfläche des Samens bleibt stets etwas flüssiger Schleim zurück, der den Samen am Orte des Auftreffens anklebt.

ıältnisse — in der Zeit vom 19. Februar bis 7. März die Samen u 100 % aus, obgleich die Zimmertemperatur dauernd eine niedrige lieb, untertags zwischen 8—12 ° C schwankte.

Bei reichlicherem Besitz von Samenmaterial wäre daher ine vergleichende Kultur mit Samen, die den Anhang besitzen und ılchen, denen er fehlt oder genommen wurde, durchzuführen.

Erwähnenswert erscheint es noch, daß auch die Hypo-otyle von *Arceuthobium* negativ geotropisch reak-ionsfähig sind. Die Verhältnisse sind ganz ähnliche wie ei den Mistelhypokotylen.[1]) Auch bei *Arceuthobium* tritt bei der ̇eimung zunächst eine negativ phototropische Krümmung ein, ie für *Arceuthobium occidentale* schon von PEIRCE[2]) erkannt, von ıir[3]) für *A. Oxycedri* ebenfalls nachgewiesen wurde. Unter geeig-eten Verhältnissen folgt ihr späterhin eine negativ geotropische ufkrümmung. Die älteren, auf der wagerechten Fläche des Gips-lockes aufliegenden Keimlinge der Kultur I a ließen dieselbe nicht ur bei Betrachtung von oben mit der Lupe deutlich erkennen, ondern auch makroskopisch, wenn man den Gipsblock in Profil-ellung vor die Augen brachte. Bei manchen Hypokotylen vermag ıviel anhaftender Schleim die Aufkrümmung mehr oder minder hemmen, so wie ich dies ja auch für die Mistelhypokotyle be-rieben habe. Der Nutzen der geotropischen Reaktion ist natür-ı für *Arceuthobium* der gleiche wie für die Mistel. Durch den otropismus in ungünstige Wachstumsrichtung gebrachte Hypoko-e können durch den negativen Geotropismus noch an die Nähr-ınze hingelenkt werden.

Schließlich sei noch auf die starke Beschleunigung hingewiesen, che die Keimung der Samen des Versuches II gegenüber jenen Versuches I a zeigt. Im ersteren wurden die ersten Keimungen 19. Dezember festgestellt, und war das Keimen bis zum 24. Januar

---

1) Vgl. E. HEINRICHER, „Die Krümmungsbewegungen des Hypoko-von *Viscum album*, ihre zeitliche Folge, insbesondere der Nachweis seiner ıtiv geotropischen Reaktion. Beziehungen zwischen Lichtgenuß und mung, sowie Erhaltung des Keimvermögens der Mistelsamen" (Jahr-her f. wiss. Bot., Bd. LVII, 1916), und E. HEINRICHER, „Ueber die tropischen Reaktionen unserer Mistel (*Viscum album* L.)". Diese Ber., rg. 1916.

2) PEIRCE, „The dissemination and germination of *Arceuthobium lentale* Eng." (Annals of Botany, Vol. XIX, 1905.)

3) E. HEINRICHER, „Die Keimung und Entwicklungsgeschichte der holdermistel, *Arceuthobium Oxycedri*, auf Grund durchgeführter Kulturen hildert." (Sitzungsber. d. Kais. Ak. d. Wiss., Wien; mathem. naturw. Kl., . I, 124. Bd., 1915.)

fast abgelaufen, im letzteren: erste Keimung am 24. Januar, abgelaufen waren die Keimungen am 19. Februar.

Für diese Beschleunigung ist kein einheitlicher Faktor zu erkennen, vermutlich beruht sie auf dem Zusammenwirken mehrerer und müßten darüber bei ausreichendem Samenvorrat gesonderte Versuche entscheiden. Einen wesentlichen Anteil an der Beschleunigung dürfte die den Samen vom 29. November bis 18. Dezember, während des Aufenthaltes in der physiologischen Dunkelkammer, gebotene, konstante Lichtintensität von 3200 K haben. In der gleichen Periode genossen sie aber auch höhere und günstigere Temperaturen als die Samen des Versuches I a, was ebenfalls beschleunigend gewirkt haben wird. Endlich waren im Versuch II weniger gereifte Samen verwendet worden und wurde erwähnt, daß eben in der Reihe der weniger gereiften Samen die ersten Keimlinge auftraten, und sie einen besonders guten Prozentsatz an solchen abgab. Auch dies scheint also mit ausschlaggebend gewesen zu sein.

Innsbruck, Botanisches Institut, im März 1917.

22. N. Svedelius [...] lelminthora divaricata nebst N[...] keit ihres Karpogons.

(Mit 7 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 14. März 1917.)

Bekanntlich gibt es unter den Florideen zahlreiche Gattungen, bei denen die nach einer Karpogonbefruchtung erfolgende Karposporenbildung die einzige bekannte oder jedenfalls die wichtigste Fortpflanzungsform ist, während die für Florideen im allgemeinen sonst so charakteristische Tetrasporenbildung ganz fehlt. Ich habe in einer früheren Arbeit über die Entwicklungsgeschichte und die Reduktionsteilung bei *Scinaia furcellata* (SVEDELIUS 1915) eine der Ursachen dieses Verhältnisses, daß Tetrasporen fehlen, nachgewiesen, nämlich, daß die Reduktionsteilung unmittelbar nach der Befruchtung vor sich geht, so daß das befruchtete Ei die einzige diploide Zelle der Pflanze ist. Ich habe derartige Florideen haplobiontisch genannt, weil sie nur in einer Lebensform auftreten, im

Gegensatz zu den sogenannten Diplobionten, die in zwei Lebensformen auftreten, nämlich teils als eine (monözische oder diözische) Geschlechtspflanze, teils auch als eine ausschließlich tetrasporenbildende Pflanze, bei deren Tetrasporenbildung die Reduktionsteilung stattfindet.[1]) Dieser diplobiontische Typus, der wohl die große Mehrzahl der gegenwärtigen Florideen in sich schließt (sicher bekannt sind: *Polysiphonia, Griffithsia, Delesseria, Nitophyllum, Rhodomela*), ist meines Erachtens aus dem primitiveren haplobiontischen dadurch entstanden, daß die Reduktionsteilung eine Verschiebung erfahren hat, so daß diploide Karposporen gebildet worden sind, aus welchen die Tetrasporenindividuen entstehen.

Es besteht indessen noch eine weitere Verschiedenheit zwischen den haplobiontischen und den diplobiontischen Florideen, obwohl dieser nicht von so fundamentaler Natur ist wie der Zeitpunkt der Reduktionsteilung: es ist dies das Vorkommen von Monosporen bei den Haplobionten. Hierunter versteht man ungeschlechtliche Fortpflanzungskörper, die einzeln in den Sporangien gebildet werden, im Gegensatz zu den 4 Tetrasporen der Tetrasporangien. Derartige Monosporen sind nun vorzugsweise — wenn auch nicht ausschließlich — von solchen Florideenfamilien her bekannt, für die man aus guten Gründen haplobiontische Natur annehmen muß, nämlich bei der Hauptmasse der zur Gruppe der Nemalionales gehörenden Florideen. Treten dagegen Monosporen bisweilen bei diplobiontischen Florideen auf, wie z. B. bei *Nitophyllum punctatum* (SVEDELIUS 1914), so sind dies stets äußerst seltene Ausnahmefälle, und soweit bekannt, kommen sie dann stets an den haploiden Geschlechtspflanzen vor, so daß auch bei den diplobiontischen Florideen die Monosporen stets haploider Natur sind.

Innerhalb der Gattungen der Nemalionales-Gruppe kommen dagegen Monosporen so gewöhnlich vor, daß man fast die Annahme wagen könnte, daß das Vorkommen von Monosporen eine bei Haplobionten allgemein verbreitete und für sie charakteristische Erscheinung ist. Hiergegen kann nun der Einwand erhoben werden, daß bei der Gattung *Nemalion* — für die meine bereits 1911 (vgl. SVEDELIUS, Ueber den Generationswechsel bei *Delesseria sanguinea*,

1) *Es ist zu beachten, daß die Ausdrücke haplo- und diplobiontisch so gewählt worden sind, daß sie ganz unabhängig von den Ansichten angewandt werden können, die man betreffs des Generationswechsels und der Begrenzung der Generationen bei den Florideen hegt. Auf die Ansichten und Einwände, die in dieser Hinsicht anläßlich meiner *Scinaia*-Abhandlung geäußert worden sind, hoffe ich in anderem Zusammenhange zurückkommen zu können. Sie werden in diesem kleinen Aufsatz nicht berührt werden.*

S. 266) gemachte Annahme, daß die Reduktionsteilung unmittelbar nach der Befruchtung eintritt, nun neulich von KYLIN bestätigt worden ist — überhaupt keine Monosporen bislang angetroffen worden sind[1]), obgleich diese Gattung doch zu den für entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen bevorzugtesten Objekten der Algologen gehört hat. Außerdem ist es unbestreitbar, daß auch bei einigen weiteren Nemalionales-Gattungen überhaupt keine Sporen irgendwelcher Art bisher bekannt sind. Nun ist es ohne weiteres klar, daß, wenn diese Gattungen sich bei einer zytologischen Untersuchung wirklich als haplobiontisch erweisen — was wohl für die meisten derselben wahrscheinlich ist — auch alles Nachforschen nach Tetrasporen bei ihnen ziemlich vergeblich sein dürfte; dies schließt aber natürlich durchaus nicht aus, daß Monosporen vorkommen können. Die Monosporen sind ja im Gegensatz zu den Tetrasporen als eine Art „Gonidien" oder „Keimzellen" zu betrachten, die nur die Erscheinungsform reproduzieren, und die ganz außerhalb des Generationswechsels fallen, wie dieser nun auch aufgefaßt werden mag. Diese Natur der Monosporen oder Monogonidien erklärt auch ihr Vorkommen an Geschlechtsindividuen.

Der Umstand, daß ich früher Monosporen bei *Scinaia* gefunden habe, für welche Art auch seit alters angegeben worden ist, daß sie aller derartigen Organe entbehre, hat mich veranlaßt, etwas eingehender nach Monosporen bei solchen Nemalionales-Gattungen zu suchen, bei denen solche bisher nicht bekannt sind, sobald geeignetes Material dazu mir in die Hände kam. Nachstehend will ich nun eine Beschreibung der zuvor unbekannten Monosporen liefern, die ich bei *Helminthora divaricata* (C. Ag.), J. G. Ag., gefunden habe, welche Art ja zu der Nemalieae-Gruppe unter den Helminthocladiaceen gehört.

Das Material stammt von Rovigno am Adriatischen Meer her, wo es von mir im März-April 1913 eingesammelt wurde. Ursprünglich war es meine Absicht, die ganze Entwicklungsgeschichte dieser wahrscheinlich haplobiontischen Floridee zytologisch zu verfolgen, bei der Heimkehr aber, als die Untersuchung abgeschlossen werden sollte, erwies sich das Material als unzureichend zur Durchführung einer solchen Studie. Da *Helminthora divaricata* an unseren skandinavischen Küsten eine sehr große Seltenheit ist — nur in vereinzelten Exemplaren ist sie ein paarmal gefunden worden — so ist es mir

1) Ueber die in der Literatur vorkommende Angabe einer Art tetraedrisch geteilter Sporen bei *Nemalion* (siehe ENGLER und PRANTL I, 2., p. 333) hoffe ich in anderem Zusammenhange Gelegenheit zu erhalten mich zu äußern.

nicht möglich gewesen, solange der Weltkrieg wütet, mehr Material anzuschaffen. Unter solchen Umständen habe ich natürlich die Bearbeitung des zytologischen Kapitels auf eine unbestimmte Zukunft aufschieben müssen, da ich aber während meiner Studien die zuvor unbekannten Monosporen angetroffen, so habe ich eine diesbezügliche Mitteilung schon jetzt für angebracht gehalten. Hinzu füge ich auch eine kleine Notiz über die Zweikernigkeit des Karpogons bei *Helminthora*, die ihr besonderes Interesse hat, da zuvor von zytologischer Seite bestimmt die Ansicht verfochten worden ist, daß das Karpogon hier nicht zweikernig wäre.

Die Monosporen.

Helminthora divaricata gehört zu den Florideen, deren Organisation und Entwicklungsgeschichte im großen und ganzen ziemlich gut bekannt ist, dank dem Umstande, daß sie Gegenstand von Studien seitens des ausgezeichneten französischen Algologen THURET gewesen ist. In dem berühmten algologischen Prachtwerke „Etudes phycologiques" finden wir auf Taf. XXXII vorzügliche Abbildungen von der allgemeinen Organisation des Sprosses, den Spermatangien und den Spermatien gleichwie auch von der Karpogonentwicklung und der Zystokarpbildung. In dem beschreibenden Text (S. 65!) finden wir, daß es THURET, gleichwie auch HARVEY, Mme. GRIFFITHS, CHAUVIN und anderen Algologen, die sich mit *Helminthora* beschäftigt haben, nicht gelungen ist, Tetrasporen bei ihr anzutreffen, ebensowenig wie bei anderen Nemalioneen. Dieser Umstand veranlaßt eben THURET zu der Vermutung, daß die Abwesenheit von Tetrasporen für die Nemalioneen ein kennzeichnendes Merkmal sei, was ja später durch zytologische Tatsachen bestätigt und erklärt worden ist. Von Monosporen erwähnt THURET ebensowenig etwas.

Bei meinen zytologischen Studien, die ich anstellte, um der Reduktionsteilung auf die Spur zu kommen, nahm ich indessen ziemlich bald einige verdächtige Bildungen an den Spitzen der Assimilationszweige wahr. *Helminthora* ist monözisch mit sowohl Karpogonen als Spermatangien an demselben Individuum, obwohl oft entweder die eine oder die andere Art von Geschlechtsorganen an dem Individuum zu dominieren pflegen. An diesen monözischen Individuen habe ich nun zu wiederholten Malen Bildungen beobachtet, wie sie in Abb. 1 abgebildet sind. Eine Endzelle eines Fadens zeichnet sich durch ihren großen Reichtum an plasmatischem Inhalt aus. Daneben sitzt oft ein Haar. An fixiertem und mit Häma-

toxylin gefärbtem Material (Abb. 2) treten in der inhaltsreichen Zelle außer einem großen Zellkern auch zahlreiche, mit Hämatoxylin sich scharf färbende Körner hervor, wahrscheinlich organische Stoffe von Reservestoffnatur. Pyrenoide, die sonst in allen Zellen deutlich hervortreten, sind hier nicht wahrzunehmen. Ferner kann man in einigen von diesen Zellen den Inhalt abgerundet und von der Wand abgelöst sehen. In der Nähe findet man andere Zellen leer mit einer Öffnung an der Spitze, und in günstigen Fällen kann man auch

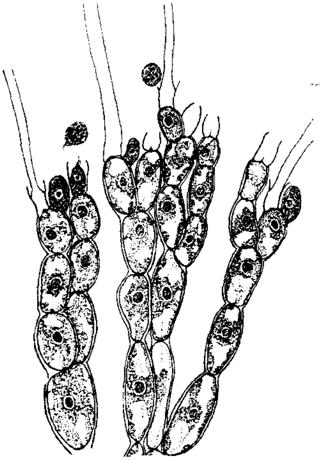


Abb. 1. *Helminthora divaricata*, Assimilationsfäden mit Monosporangien (etwa 400×1).

den runden Inhaltskörper unmittelbar vor der geöffneten Zelle liegend finden (Abb. 3). Ein Zweifel darüber, daß wir hier die Monosporangien und Monosporen der *Helminthora* vor uns haben, kann nicht bestehen. Diese Bildungen gleichen vollständig den von SIRODOT gefundenen Monosporangien bei *Batrachospermum*, gleichwie ja auch die Uebereinstimmung mit *Chantransia* und *Scinaia* schlagend ist. Eine Verwechslung mit Spermatien kann keinesfalls vorliegen. Diese kommen nicht so vereinzelt wie hier, sondern in dichten Gruppen

vor und sind außerdem bedeutend kleiner (vgl. THURETs Fig. a. a. O., XXXII, 2—4). Messungen ergeben, daß die Monosporen einen Durchmesser von 10—12 μ haben, d. h. dieselbe Größe ungefähr wie die Karposporen nach THURET, während die Spermatien beträchtlich kleiner sind, nur etwa 3—4 μ im Durchmesser. Bemerkenswert

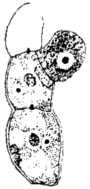


Abb. 2. *Helminthora divaricata*, Monosporangien (etwa 1000×1).

ist, daß dem Anschein nach bisweilen zwei Sporangien nacheinander gebildet werden können, ganz wie ich es ziemlich oft bei *Scinaia* beobachtet habe. Bei *Helminthora* scheint es dagegen eine Seltenheit zu sein. Indessen zeigt möglicherweise Abb. 1 (links) einen derartigen Fall, wo eine Monospore gerade entlassen worden ist, worauf ein

Abb. 3. *Helminthora divaricata*, leeres Monosporangium und Monospore (etwa 1000×1).

neues Sporangium sich sofort unter dem ersteren ausbildet, ungefähr wie bei *Scinaia* (vgl. SVEDELIUS, Studien über *Scinaia*, Abb. 7!). Ein gewisser Vorbehalt ist hier jedoch vonnöten. Es ist nicht ausgeschlossen, daß stattdessen ein Haar da, wo das Sporangium gesessen hat, zur Entwickelung kommt. Die Entwicklungsstadien

der Haare sieht man in Abb. 4, und die frühesten Entwicklungsstadien können ja täuschend ähnlich aussehen, umsomehr, als die Haare auch ineinander mehrmals neugebildet werden können. Die Haaranlagen haben keinen so reichlichen plasmatischen Inhalt wie die Monosporangien und strecken sich ziemlich bald bedeutend, worin eine Verschiedenheit gegenüber den Sporangienanlagen liegt. Daß es jedoch in mehreren Fällen nicht möglich ist, sicher zwischen dem zu unterscheiden, was ein leeres Monosporangium und ein abgebrochenes Haar ist, ist jedenfalls klar.

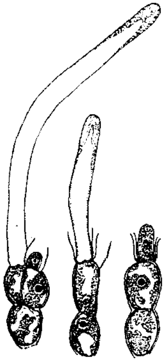


Abb. 4 *Helminthora divaricata*, Haare (etwa 400×1).

Die Monosporen bei *Helminthora* sind, wie oben erwähnt, von ungefähr derselben Größe wie die Karposporen von *Helminthora* nach THURETs Angaben und Abbildungen (a. a. O. Taf. XXXII, 11). Selbst ist es mir nie in Rovigno gelungen, Zystokarpien oder Karposporen von *Helminthora* zu sehen. Die Pflanze gelangte nie so weit in der Entwicklung, während ich mich dort aufhielt.

Bemerkenswert ist, daß auch in einer anderen Hinsicht die Monosporen mit den Karposporen übereinstimmen: sie zeigen eine amöbenartige Bewegung und ändern ihre Form. Abb. 5 zeigt einige derartige Monosporen in verschiedenen Formen. Die Uebereinstimmung zwischen diesen und den Bildern, die THURET von den amöboiden Formen der Karposporen geliefert hat (a. a. O., Taf. XXXII, Fig. 12),

ist offenbar. Derartige Formveränderungen sind auch bei Bangiaceen beobachtet worden. Indessen scheint diese amöboide Bewegung nach einiger Zeit aufzuhören, und wenn die Spore dann keimt, hat sie wieder die Kugelform angenommen (Abb. 6). Ich habe an *Helminthora*-Ästen einige junge Keimpflanzen gefunden, welche zeigen, daß das Keimen der Monospore zunächst in der Ausbildung eines kriechenden Fadens resultiert. Die Spore selbst bleibt dagegen

Abb. 5. *Helminthora divaricata.* Monosporen in amöbenartiger Bewegung (etwa 400 × 1).

leer und ungeteilt und geht nicht in den Gewebskörper des neuen Individuums ein. Wir finden demnach bei *Helminthora* denselben „indirekten" Keimtypus, wie KILLIAN (1914) ihn als normal bei solchen Florideen gefunden hat, deren Sproß von zahlreichen, miteinander verflochtenen und verbundenen Zellfäden aufgebaut wird.

Daß diese Monosporangien und Monosporen bei *Helminthora* nicht zuvor entdeckt worden sind, obgleich sie sicherlich nicht selten

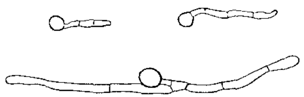


Abb. 6. *Helminthora divaricata,* keimende Monosporen (etwa 300×1).

sind, scheint mir darauf zu beruhen, daß die Algologen bisher ihre Arbeit meistens auf ein Suchen nach T e t r a sporen eingestellt haben, und da man keine solche gefunden hat — wozu ja auch geringe oder, besser gesagt, keine Aussicht vorhanden ist — so hat man gar nicht an Monosporen gedacht, die ja übrigens bedeutend weniger in die Augen fallen als Tetrasporen, da die Monosporangien so wenig von den übrigen Zweigspitzen abweichen.

Daß jedoch die Bildungen, die ich soeben beschrieben habe, wirklich die Monosporen der *Helminthora* sind, darüber kann nicht der geringste Zweifel herrschen, und es ist damit für eine weitere Nemalioneen-Gattung das Vorkommen der für diese Gruppe so kennzeichnenden ungeschlechtlichen Vermehrungsorgane nachgewiesen worden.

Über die Zweikernigkeit der Karpogone von *Helminthora divaricata*.

Da die Frage, ob die Florideen in ihren Karpogonen einen oder zwei Zellkerne ausbilden, oder mit anderen Worten die Frage, ob die Trichogyne als solche einen eigenen Zellkern hat oder nicht, *nunmehr* als gelöst in dem Sinne anzusehen sein dürfte, daß die Karpogone der Florideen in der Regel zweikernig sind, so ist es recht *erstaunlich, zu finden, daß selbst in modernen* Darstellungen der Entwicklungsgeschichte der Florideen diese Tatsache dem Anschein nach noch immer bezweifelt wird. Denn auf andere Weise kann ich die Darstellung nicht auffassen, die OLTMANNS von dieser Sache in dem Kapitel von der Fortpflanzung der Algen in der enzyklopädischen Arbeit „Handwörterbuch der Naturwissenschaften", Bd. 4 (Jena 1913) geliefert hat, woselbst OLTMANNS diesbezüglich schreibt (S. 175): „Mehrere Autoren (WOLFE, YAMANOUCHI u. a.) geben zwei Kerne in dem Karpogon der Florideen an, F. WALTER aber, der die Sache nachprüfte, konnte nur einen Kern finden". Ich kenne keine Veröffentlichung über die Sache von WALTER. Es ist also, wenn man weder Text noch Figuren kennt oder auch nur weiß, welche Arten untersucht worden sind, unmöglich, sich eine Vorstellung von der Art und Natur dieser „Nachprüfung" zu machen, mit größter Wahrscheinlichkeit kann man aber jedenfalls doch die Behauptung wagen, daß, wenn WALTER in dem Karpogon der Florideen nur einen Kern gefunden hat, dies ganz einfach darauf beruht, daß der andere seiner Aufmerksamkeit entgangen ist. Denn es ist doch Tatsache, daß praktisch genommen alle eingehenderen Untersuchungen der Entwicklungsgeschichte des Florideenkarpogons, die in letzter Zeit mit den Hilfsmitteln der modernen Technik ausgeführt worden sind, das Resultat ergeben haben, daß das Karpogon zweikernig ist, obwohl der Trichogynenkern sich bald auflöst, welch letzteres wohl die Ursache dafür ist, daß die zwei Kerne nicht so ganz leicht wahrzunehmen sind. Die Zweikernigkeit dauert nur ganz kurze Zeit, und es gilt eben, diesen Zeitpunkt zu erfassen.

Von untersuchten Florideen, bei denen die Zweikernigkeit des Karpogons festgestellt worden ist, seien außer den von OLTMANNS

in Betracht gezogenen Fällen (*Batrachospermum*, DAVIS; *Nemalion*, WOLFE; *Polysiphonia*, YAMANOUCHI) noch folgende hier genannt: *Delesseria sanguinea* (SVEDELIUS 1914), *Rhodomela virgata* (KYLIN 1914), *Scinaia furcellata* (SVEDELIUS 1915), *Griffithsia corallina* (KYLIN 1916), *Bonnemaisonia asparagoides* (KYLIN 1916). Hierzu kommt, daß WOLFEs Beobachtung der zwei Kerne bei *Nemalion* des weiteren von KYLIN (1916) bestätigt worden ist, der dagegen nicht KURSSANOWs gegensätzliche Behauptung hat bestätigen können. Mit vollem Recht also geschieht es, wenn KYLIN schreibt: „Es ist übrigens unter den Florideen eine normale Erscheinung, daß die junge Trichogyne einen Kern enthält" (KYLIN, Entwicklungsgeschichte *Bonnemais. asp.*, S. 555). Unter solchen Umständen könnte ja die Sache ziemlich klar und unbestreitbar erscheinen, wenn ich aber trotzdem hier über einen weiteren Fall, nämlich *Helminthora divaricata*, etwas genauer berichten will, so geschieht es insbesondere deshalb, weil diese Alge Gegenstand einer in mehreren Hinsichten eingehenden zytologischen Untersuchung KURSSANOWs (1909) gewesen ist, der bei dieser Pflanze keine Bestätigung für die Behauptung früherer Autoren, daß das Karpogon zweikernig sei, hat finden können. Dasselbe gibt KURSSANOW auch betreffs *Nemalion* an, von welcher Gattung er *N. lubricum* untersucht hat. Wie oben erwähnt, ist KURSSANOWs Behauptung betreffs *Nemalion* von KYLIN widerlegt worden, der bei *N. multifidum*[1]) sowohl den Karpogonkern als auch den Trichogynenkern gefunden hat, und daß auch *Helminthora divaricata* sich nicht anders verhält, werde ich im Nachstehenden zeigen.

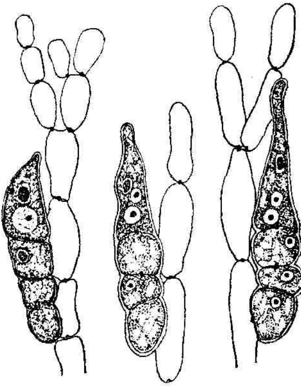
Die morphologische Entwicklung des Karpogonastes bei *Helminthora divaricata* ist bereits vorher eingehend beschrieben und abgebildet worden in THURETs oben angeführter Arbeit (Taf. XXXII, Fig. 5—7), und die Resultate sind später von KURSSANOW bestätigt worden, der außerdem die zytologischen Verhältnisse studiert hat.

Der Karpogonast sitzt seitenständig an einem Assimilationsfaden und ist im allgemeinen dreizellig. Die Karpogonanlage weicht von den übrigen Zellen durch ihre Größe, ihren Plasmareichtum und dadurch ab, daß ziemlich bald in ihr neben dem Zellkern ein Chromatophor oder Pyrenoid erscheint. In Abb. 7, a sieht man eine Abbildung dieses Stadiums. Der Kern liegt auf dem Boden des

---

1) Daß zwei einander so äußerst nahestehende *Nemalion*-Arten wie *N. multifidum* und *N. lubricum* wirklich sich verschieden in diesem Punkte verhalten sollten, ist wohl wenig wahrscheinlich. Ich dürfte jedenfalls Gelegenheit erhalten, noch einmal später auf diese Sache zurückzukommen.

Karpogons, der Chromatophor darüber. Der Kern, den wir hier sehen, ist der primäre Karpogonkern. Schon als ich dieses Stadium in Abb. 7, a mit seinem großen Kern sah, war ich ziemlich sicher, daß das Karpogon bei *Helminthora* zweikernig sein muß, auch ohne daß ich die zwei Kerne wirklich gesehen hätte, denn der Karpogonkern befindet sich im Prophasenstadium, groß und angeschwollen, während die Karpogonanlage selbst noch wenig entwickelt ist. Meine Annahme bewahrheitete sich bald. Ich fand bald ein späteres Stadium, wie es in Abb. 7, b zu sehen ist. Nun ist die



a b c

Abb. 7. *Helminthora divaricata*, Karpogonäste; a junges Karpogon mit dem primären Karpogonkern; b, c spätere Stadien mit zwei Kernen (etwa 500×1).

Mitose vollendet, und wir finden statt des einen zwei Kerne, von denen der obere etwas kleiner ist. Dieser ist offenbar der Trichogynenkern. Zu diesem Zeitpunkt ist auch die Trichogyne zur Anlegung gekommen. Besser entwickelt erscheint sie in Abb. 7, c, wo gleichfalls die beiden Kerne zu unterscheiden sind. Ich habe niemals gesehen, daß der Chromatophor hier sich teilt, was auch KYLIN nicht bei *Nemalion* erwähnt oder abgebildet hat. Unter solchen Umständen muß ich annehmen, daß KURSSANOW dennoch auf irgendeine Weise bei seiner Untersuchung Chromatophor und Zellkern

verwechselt hat, denn er bildet (Taf. II, 8, 9) das Karpogon mit einem Kern und zwei Chromatophoren ab, während ich das gerade Gegenteil gefunden habe. Dies ist ja umso erstaunlicher, als KURSSANOW eingehend das Problem Kern oder Chromatophor diskutiert, mit dem oben erwähnten Resultat. Wahr ist, daß der Chromatophor auch von Eisenhämatoxylin gefärbt wird, sein Aussehen ist aber ein ganz anderes. Hier wird stets ein sehr großer innerer Körper beobachtet, der sich färbt, und der umgebende Lichthof ist verhältnismäßig schmal. Die Kerne haben dagegen einen kleinen distinkten Nukleolus, umgeben von einem großen „Lichthof", der Kerngrenze. Dazu kommt die innere Differenzierung im Zellkern, die ja eine ganz andere ist.

Stellt man nun alle diese Tatsachen, die ich gefunden habe, zusammen:

1. ein großer Prophasenkern in einer sehr jungen Karpogonanlage (Fig. 7, a);
2. zwei kleinere Zellkerne in etwas späterem Stadium (Fig. 7, b, c);
3. nie mehr als 1 Pyrenoid oder Chromatophor im Karpogon (ganz wie bei *Nemalion*),

so dürfte daraus hervorgehen, daß KURSSANOWs Behauptung (S. 318), daß das ganze Karpogon immer einkernig ist, nicht mit den wirklichen Verhältnissen übereinstimmt. Daß der zweite Kern wirklich in die Trichogyne auswandert, habe ich nicht durch ein spezielles Entwicklungsstadium belegt erhalten. Es ist das auch eine Sache von geringerer Bedeutung. Jedenfalls habe ich die völlig reifen Karpogone einkernig wie bei anderen Florideen gesehen, so daß dann der Trichogynenkern wieder aufgelöst ist.

Wir finden also, daß *Helminthora divaricata* nicht von dem bei allen anderen bisher genauer untersuchten Florideen angetroffenen Verhältnis abweicht, daß das Karpogon zum mindesten während einer kurzen Entwicklungsphase zwei Zellkerne hat. Ich habe es für einigermaßen wichtig gehalten, dies gerade betreffs *Helminthora* festzustellen, da KURSSANOWs Behauptung in entgegengesetzter Richtung einen der schwerer wiegenden Einwände zugunsten der ständigen Einkernigkeit des Florideenkarpogons darzustellen schien. Nun hat es sich indessen gezeigt, daß diese KURSSANOWschen Beobachtungen sowohl bei *Nemalion* als bei *Helminthora* nicht den wirklichen Verhältnissen entsprechen, so daß also auch diese — ganz so wie alle anderen des näheren untersuchte — Florideen in ihren Karpogonen zwei Zellkerne ausbilden.

Ich habe mich im vorhergehenden ziemlich ausführlich bei der Frage nach der Zweikernigkeit des Karpogons aufgehalten. Es kann ja als eine Sache von recht untergeordneter Bedeutung erscheinen, ob das Karpogon ein- oder zweikernig ist, wenn jedenfalls doch nur ein weiblicher Kern gebildet wird und der sogenannte Trichogynenkern bald verschwindet. Die Sache scheint mir jedoch ein gewisses theoretisches Interesse zu besitzen und wirft nach meiner Meinung insbesondere Licht auf die Frage nach der Homologie zwischen den männlichen und weiblichen Fortpflanzungsorganen innerhalb der Florideengruppe.

Botanisches Institut, Upsala (Schweden), im März 1917

Literaturverzeichnis.

Davis, B. M., The Fertilization of *Batrachospermum*. — Annals of Botany Vol. 10, London 1896.

Killian, K., Ueber die Entwicklung einiger Florideen. — Zeitschrift f. Botanik, 6. Jahrg., Jena 1914.

Kurssanow, L., Beiträge zur Cytologie der Florideen. — Flora od. allgem. bot. Zeitung, Bd. 99, Jena 1909.

Kylin, H., Studien über die Entwicklungsgeschichte von *Rhodomela virgata* Kjellm. — Svensk Bot. Tidskrift, Bd. 8, Stockholm 1914.

— — Die Entwicklungsgeschichte von *Griffithsia corallina* (Lightf.) Ag. — Zeitschrift für Botanik, 8. Jahrg., Jena 1916.

— — Die Entwicklungsgeschichte und die systematische Stellung von *Bonnemaisonia asparagoides* (Wordw.) Ag. etc. — Ibidem, 8. Jahrg., Jena 1916.

— — Ueber die Befruchtung und Reduktionsteilung bei *Nemalion multifidum*. — Berichte d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 34, Berlin 1916.

Oltmanns, Fr., Algen im Handwörterbuch der Naturwissenschaften, Bd. 4, Jena 1913.

Schmitz, Fr., und Hauptfleisch, P., Rhodophyceae. — Engler und Prantl, Die natürl. Pflanzenfamilien, I., 2, Leipzig 1897.

Sirodot, S., Les Batrachospermes. — Paris 1884.

Svedelius, N., Ueber den Generationswechsel bei *Delesseria sanguinea*. — Svensk Bot. Tidskrift, Bd. 5, Stockholm 1911.

— — Ueber Sporen an Geschlechtspflanzen von *Nitophyllum punctatum*; ein Beitrag zur Frage des Generationswechsels der Florideen. — Berichte d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 32, Berlin 1914.

— — Zytologisch-entwicklungsgeschichtliche Studien über *Scinaia furcellata*. Ein Beitrag zur Frage der Reduktionsteilung der nicht tetrasporenbildenden Florideen. — Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsaliensis. Ser. IV. Vol. 4. Upsala 1915.

Thuret, G., et Bornet E., Etudes phycologiques. — Paris 1878.

Wolfe, J. J., Cytological Studies on *Nemalion*. — Annals of Botany, Vol. 18, London 1904.

Yamanouchi, S., The Life-history of *Polysiphonia*. — Bot. Gazette, Vol. 42, Chicago 1907.

23. N. Svedelius: Über die Homologie zwischen den männlichen und weiblichen Fortpflanzungs-Organen der Florideen.

(Mit 4 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 14. März 1917).

Bekanntlich ist man mehr und mehr zu der Auffassung gekommen, daß die zwei Arten von Geschlechtsorganen, wie verschieden sie, voll ausgebildet, innerhalb gewisser Pflanzengruppen auch erscheinen können, gleichwohl homolog sind, und in ihrem allgemeinen Bauplan lassen sich gewisse gemeinsame Züge verspüren, die ihrem gemeinsamen Ursprunge aus gleichförmig gebauten Gametangien entsprechen. Es ist besonders GOEBEL, der sich zum Anwalt einer derartigen Auffassung gemacht hat, indem er sie zuerst in seiner „Vergleichenden Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane" in SCHENKs bekanntem „Handbuch der Botanik" (3, 1) vertrat und später in seiner „Organographie der Pflanzen" (II. Auflage, 1, S. 129 ff.) weiter entwickelte. Eine derartige Homologie zwischen männlichen und weiblichen Organen ist ja sehr auffällig innerhalb der Gruppe der Phaeophyceen, wo ja alle Übergänge von vollkommen gleichen Gametangien zu wohldifferenzierten Oogonien und Antheridien nachgewiesen werden können. Nicht ganz so einfach gestalten sich die Verhältnisse bei Pteridophyten und Bryophyten, daß aber die Homologisierung von Antheridien und Archegonien doch nicht auf unüberwindliche Hindernisse stößt, geht aus GOEBELs Darstellung in der letztangeführten Arbeit (I, S. 130) hervor. Man hat sich ja in letzter Zeit auch an den Versuch herangewagt, Homologien geradezu zwischen den Gametangien der Phaeophyceen und den Antheridien und Archegonien der Archegoniaten aufzustellen.

Dagegen ist meines Wissens bisher nicht der Versuch gemacht worden, die Homologie zwischen dem Florideenspermatangium und dem Florideenkarpogon nachzuweisen. Dies scheint mir deshalb von einem gewissen Interesse sein zu können, weil wir jetzt im allgemeinen die Entwicklung dieser verschiedenen Organe kennen.

Dank SCHMITZ, dessen Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Florideen ja in so vielen Hinsichten von größter Bedeutung für unsere Kenntnis dieser Pflanzengruppe gewesen sind,

wissen wir, daß die männlichen Organe der Florideen, die Spermatangien, stets als Terminalzellen in speziellen Zellfädensystemen aufzufassen sind. Was die weiblichen Organe, die Karpogone, anbelangt, so war ihre Endzellennatur ja ohne weiteres schon vorher klar. Hiermit war also festgestellt, daß sowohl Spermatangien als Karpogone auf homologe Weise angelegt werden. Lassen sich nun aber noch weitere Uebereinstimmungen nachweisen?

Mit der Feststellung, daß die Karpogone[1]) wenigstens während einer Phase ihres Lebens zweikernig sind, ist es klar, daß gute Gründe dafür vorliegen, die Trichogyne als eine umgewandelte Zelle aufzufassen, die speziell als Fangorgan für Spermatien ausgebildet ist. Tatsächlich kommen z. B. innerhalb der Gattung *Batrachospermum* Trichogynenformen vor, bei denen die Natur der vollausgebildeten Trichogyne als einer besonderen Zelle ja ganz augenfällig ist. Diese

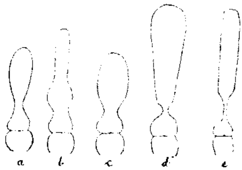


Abb. 1. Trichogynenformen bei *Batrachospermum* (nach KYLIN); a keulenförmig; b urnenförmig; c ellipsoidisch; d umgekehrt kegelförmig; e zylindrisch gestielt.

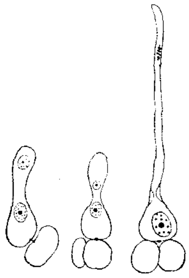
„keulenförmigen" (Abb. 1, a), „urnenförmigen" (b), „ellipsoidischen" (c), „umgekehrt kegelförmigen" (d) und „zylindrischen" (e) *Batrachospermum*-Trichogynen haben ja alle eine dem Acußeren nach deutliche und augenfällige Zellform.

Genau dasselbe ist der Fall mit j u n g e n Karpogonanlagen anderer Florideen (vgl. Abb. 2), wo die Trichogynenanlage auf dem Zweikernstadium (2 a, b) noch eine deutliche Zellenform zeigt. Erst später nimmt ja die Trichogyne ihre bekannte Haarform an (2 c).

Es hat sein Interesse, in diesem Zusammenhang auch darauf hinzuweisen, daß KYLIN (Stud. üb. d. schwed. Arten d. Gatt. *Batra-*

[1]) Die einzige bekannte Ausnahme ist vielleicht *Batrachospermum moniliforme* nach einer ganz neulich von KYLIN im 2. Hefte (S. 155) dieser Berichte publizierten Untersuchung.

chospermum, S. 5) gefunden hat, daß innerhalb der *Batrachospermum*-gruppe *Moniliformia*, die durch ihre keulen- oder urnenförmige Trichogyne ausgezeichnet ist, die Keulenform, die ja der normalen Zellenform näher steht, das regelmäßige Jugendstadium auch für den langgestreckteren, urnenförmigen Typus ist. „*Tritt* die Befruchtung frühzeitig ein, findet diese Verlängerung nicht statt, je mehr aber die Befruchtung verzögert wird, je länger wird dieser obere zylindrische Teil der Trichogyne." Die gestreckte, mehr längliche Trichogynenform, d. h. der Normaltypus, ist also auch hier etwas Sekundäres, und der ganze oben geschilderte Verlauf der Trichogynenentwicklung scheint mir ein gutes Bild davon zu geben, wie



a b c

Abb. 2. Trichogynenentwicklung bei den Florideen (nach SVEDELIUS); a *Delesseria*; b, c *Scinaia*.

man sich den Verlauf der phylogenetischen Entwicklung der Trichogyne der Florideen denken kann, d. h. wie aus einer gewöhnlichen Zelle ein haarähnliches Organ als Anhang zu der darunter sitzenden Zelle ausgebildet worden ist.

Bei den Florideen ist es auch auffallend, daß gerade auf der Grenze zwischen der Trichogyne und dem Basalteil des Karpogons Verdickungen in der Zellwand auf eine Weise auftreten, die an die Art und Weise der Zellwandbildung bei den Florideen erinnert. Die Wandbildung bei diesen Pflanzen geschieht ja im allgemeinen so, daß an der Stelle, wo die neue Zellwand zwischen zwei Zellen gebildet werden soll, gleichsam eine Ausbuchtung oder Anschwellung der alten Wand von allen Seiten her ringförmig geschieht, die mehr und

mehr zunimmt, bis schließlich nur ein fadenfeiner Durchgang offen bleibt, der zu der primären Verbindungspore wird, die ja stets zwischen zwei Florideenzellen, die sich aus einander entwickelt haben, vorhanden ist. Die Absperrung zwischen der Trichogyne und dem Basalteil des Karpogons wird zwar erst vollständig, wenn die Befruchtung geschehen ist, worauf die Trichogyne abfällt, nachdem sie ihre Aufgabe im Leben der Pflanze erfüllt hat. Diese ganze Prozedur ist indessen ungefähr so wie eine Zellbildung vor sich gegangen, wonach die Zelle, die Trichogyne, abgeschnürt worden ist. Dies spricht ja auch für die Zellnatur der Trichogyne.

In diesem Zusammenhang ist jedoch darauf hinzuweisen, daß das hier oben Angeführte, soweit bekannt, nur für die eigentlichen Florideen gilt. Dagegen ist es höchst unsicher, ob die Tichogynenbildungen der Bangiaceengruppe als umgewandelte Zellern aufgefaßt werden können. Die Bildungen, die bei den Bangiales funktionell den Trichogynen der eigentlichen Florideen entsprechen, werden auf ziemlich verschiedene Weise ausgebildet. BERTHOLD und besonders JOFFÉ (Observations sur la fécond. d. Bangiacées, 1896) haben diese Bildungen studiert und gute Abbildungen davon geliefert (vgl. auch ENGLER und PRANTL, Nachtr. zu I, 2, S. 192I). Sie entstehen in der Weise, daß er t, wenn die eigentliche Karpogonzelle bereits ihre volle Entwicklung erreicht hat, ein kleiner papillenartiger Vorsprung sich ausbildet, der sich später zu dem fadenförmigen Fortsatz entwickelt, welcher zu dem Auffangorgan der Spermatien wird. Die Zytologie ist zwar unbekannt, die Verschiedenheit der Anlegungsweise ist jedoch ganz auffallend, verglichen mit der der eigentlichen Florideen. Bei diesen letzteren wird die Trichogyne sozusagen gleich von Anfang an gleichzeitig mit dem Basalteil des Karpogons angelegt, und sie hat in ihrem frühesten Stadium Zellform, eigenen Kern usw., d. h. ist ganz deutlich gleichwertig mit der Basalzelle. Bei den Bangiales ist die Trichogyne dagegen ein später hinzugekommener papillenartiger Auswuchs. Ob wirklich diese verschiedenen Organe sich morphologisch homologisieren lassen, scheint mir nach den entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten der letzten Jahre über die Florideen ziemlich unsicher. Die Sache ist jedenfalls nicht so klar, wie sie mir schien, als ich vor nahezu zehn Jahren meinen Nachtrag zu den Florideen in ENGLER und PRANTL (Nachtr. I, 2, S. 192) schrieb. Vielleicht sind die Karpogone der Bangiales-Gruppe und der eigentlichen Florideen eher als Analogien denn als Homologien aufzufassen. In diesem Zusammenhang kann ja darauf hingewiesen werden, daß auch bei anderen Algen, die keine Verwandtschaft mit den Florideen besitzen, z. B. *Coleochaete*, Trichogynen an den weib-

lichen Organen vorkommen. Dies spricht ja dafür, daß reine Analogien nicht ganz ausgeschlossen sind, und die Beweisführung, die ich oben für die Auffassung des Karpogons als eines Zweizellenkomplexes zu entwickeln versucht habe, *gilt also nur für die eigentlichen Florideen*, n i c h t aber für die Bangiales.

Wo finden sich nun bei den männlichen Organen die Homologien zu der Trichogyne mit dem Trichogynenkern und der Basalzelle des Karpogons mit dem Eikern? Da die Spermatangien einkernig sind, kann es ja zunächst scheinen, als müßte eine solche Homologisierung auf unüberwindliche Hindernisse stoßen. Studiert man aber die verschiedenen Typen der Entwicklungsgeschichte der Spermatangien, so findet man bald, daß ihre Entwicklung oft aufs engste mit der Zelle zusammenhängt, die ich als S p e r m a t a n g i u m - m u t t e r z e l l e bezeichnet habe (vgl. Bau u. Entw. *Martensia*, S. 72), d. h. die Zelle, die direkt das Spermatangium absondert (= „la cellule *anthéridifère*" nach GUIGNARD). Diese Spermatangiummutterzelle weicht bei den meisten höheren Florideen höchst wesentlich von den anderen umliegenden vegetativen Zellen ab, so daß man nicht umhin kann, zu bemerken, daß sie weit mehr mit der fruktifikativen als mit der rein vegetativen Sphäre zusammenzugehören scheint.

In einer früheren Arbeit (Bau u. Entwickl. d. Florideengatt. *Martensia*, S. 71) habe ich verschiedene Typen unter den Florideen eben bezüglich des Entwicklungsgrades der Spermatangiummutterzelle zu unterscheiden versucht, wobei ich betont habe, daß nur bei den ursprünglichsten Florideen, z. B. *Batrachospermum*, die Spermatangiummutterzelle weder der Form noch dem Inhalt nach von den übrigen vegetativen Zellen abweicht. Dies ist jedoch etwas, was bei dieser Gruppe in gewissem Grade auch als für das Spermatangium und das Karpogon selbst geltend bezeichnet werden kann, da die jungen Anlagen sowohl des einen als des anderen Chromatophoren haben, ganz wie die rein vegetativen Zellen. Man erhält hier den Eindruck, daß vegetative Assimilationszellen in Fortpflanzungsorgane umschlagen. Bei allen anderen höheren Florideen weichen dagegen die Spermatangiummutterzellen sowohl hinsichtlich der Form als des Inhalts von den übrigen vegetativen Zellen ab.

Bei *Martensia* z. B. (a. a. O. Tafel 4, 1—6) bildet jede Spermatangiummutterzelle (*spm*) mit ihrem Spermatangium einen von den übrigen Zellen sehr distinkten Zweizellenkomplex (Abb. 3). Das gleiche ist bei *Delesseria* (vgl. SVEDELIUS, Spermatienbildung bei *Delesseria*, S. 247, Fig. 8, 9, 11, und besonders Textfig. 3) der Fall, wo jedoch der Zweizellenkomplex

oft zu einem Dreizellenkomplex wird (Abb. 4, d), indem zwei oder sogar mehrere Spermatangien von derselben Mutterzelle aus gebildet werden. Dies letztere scheint die Regel zu bilden bei *Polysiphonia* und *Rhodomela* u. a. Für den Fall, daß Spermatangium und Mutterzelle einen Zweizellenkomplex bilden (*Martensia, Delesseria*), scheint mir nun die Homologie mit dem Karpogon ziemlich klar. Betrachten

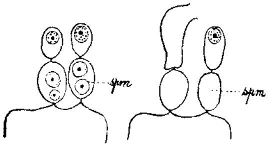


Abb. 3. Spermatangienentwicklung bei *Martensia*; spm, Spermatangiummutterzelle

wir die Entwicklung z. B. bei *Delesseria*. In einem gewissen Entwicklungsstadium dieses Komplexes trifft man stets ein Bild an wie in Abb. 4 a. Eine langgestreckte Oberflächenzelle ist auf dem Wege sich zu teilen, die Kernteilung ist geschehen, die Wandbildung beginnt und tritt als eine Verengung nach der Basis hinab hervor. Im Stadium 4 b, c ist die Teilung vollendet, und das langgestreckte Spermatangium

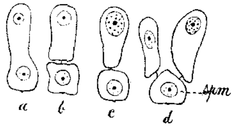


Abb. 4. Spermatangienentwicklung bei *Delesseria*; spm, Spermatangiummutterzelle.

ist vollständig von der basalen Spermatangiummutterzelle abgetrennt. Vergleicht man nun diese Entwicklung mit der des Karpogons, so scheint mir das Zweizellenstadium des Karpogons (Abb. 2a, b) dem Stadium in Abb. 4 a zu entsprechen, bei der Karpogonentwicklung tritt aber keine vollständige Zellteilung ein, d. h. die Trichogyne wird als Zelle erst nach der Befruchtung abgeschnürt. Nach dieser

uffassung wäre also bei den höheren Florideen as Karpogon mit Trichogyne, mit Spermaangiummutterzelle + Spermatangium zu hoıologisieren. Die Spermatangiummutterzelle entspricht dem asalteil des Karpogons mit dem Eikern homolog dem Kern der permatangiummutterzelle, und der Spermatiumkern wäre also omolog dem Trichogynenkern. Daß nun in zahlreichen Fällen — oft ielleicht geradezu der Regel nach — die Spermatangiummutterelle zwei oder mehrere Spermatangien gleichzeitig n e b e n einander osondert, scheint mir die Homologie nicht erschüttern zu brauchen. ies kann seine Erklärung als etwas später Hinzugekommenes halten, was ja mit einer bei den Organismen im allgemeinen gewöhnchen Tendenz in Verbindung steht, bei eintretender Heterogamie ie Anzahl der männlichen Fortpflanzungskörper zu vermehren. s ist ja ein durchgehender Zug, daß, während die weiblichen Gaıeten an Größe zu- und an Zahl abnehmen, eher das Gegenteil etreffs der männlichen Gameten der Fall ist.

Als eine andere solche Tendenz zu einer Vermehrung der männchen Gameten fasse ich auch die Teilung des Spermatiums k e r n e s if, die bei einigen ursprünglicheren Florideen, wie z. B. *Batrachoıermum* und *Nemalion*, beobachtet worden ist. Bei diesen werden n Spermatium, nachdem es auf die Trichogyne gelangt ist, zwei erne ausgebildet, von denen jedoch nur der eine zu funktionieren heint. Ob dies etwas Ursprüngliches oder etwas Reduziertes ist, ßt sich nicht entscheiden. Es ist jedenfalls nur eine Kernteilung, icht eine Zellteilung und scheint mir seine Erklärung in der erähnten Tendenz zu erhalten, daß bei Heterogamie die Anzahl der ıännlichen Gameten vermehrt wird.

Dieses Prinzip kann ja auch auf die Weise realisiert werden, ıß, wie bei *Martensia* (Fig. 3), s u k z e s s i v zwei Spermatangien a c h einander abgeschnürt werden. Daß demnach nur eine Trichoyne von der Basalzelle des Karpogons abgeschnürt wird, während ft mehrere Spermatangien auf verschiedene Weise von der Spermaıngiummutterzelle abgeschnürt werden, scheint mir nicht notwendig ne Aufhebung der Homologie bedeuten zu müssen. Ich erinnere ıran, daß in der Literatur (vgl. z. B. ATKINSON, Lemaneaceae, af. VIII, Fig. 38, BRANNON, *Grinnellia*, Taf. II, Fig. 17, und URSSANOW, Beitr. zur Cytologie d. Florideen, Taf. II, Fig. 32) arpogone mit verzweigten Trichogynen erwähnt worden sind. iese Fälle — besonders die von BRANNON und KURSSANOW erähnten — scheinen mir indessen auch als Karpogone mit m e h e r e n Trichogynen aufgefaßt werden zu können. Die Zytologie

ist ja zwar in diesen Fällen nicht bekannt, derartige Bildungen deuten ja aber doch darauf, daß vereinzelt etwas, was der Abschnürung mehrerer Spermatangien seitens der Spermatangiummutterzelle entspricht, auch bei den Karpogonen eintreffen kann. Es scheinen mir also der Homologisierung der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane, jedenfalls bei den höheren Florideen, keine unüberwindlichen Schwierigkeiten entgegenzustehen, wenn man nur daran festhält, das Karpogon als z w e i z e l l i g aufzufassen, d. h. die Trichogyne als eine besondere Zelle betrachtet und außerdem nicht nur das Spermatangium selbst, sondern auch die Spermatangiummutterzelle berücksichtigt.

Diese Zweizellenkomplexe scheinen mir also homolog. Bei der Entwicklung der weiblichen Organe (Karpogon + Trichogyne) wird der Schwerpunkt in die b a s a l e Zelle dieses Komplexes verlegt, deren Kern zum ♀-Gameten wird, bei der Entwicklung der männlichen Organe (Spermatangiummutterzelle + Spermatangium) wird dagegen umgekehrt die o b e r e Zelle die wichtigste, und ihr Kern wird zum ♂-Gametenkern.

Ob nun diese Homologisierung sich konsequent innerhalb aller Florideengruppen durchführen läßt, muß die Zukunft ausweisen, wenn unsere Kenntnis ihrer Entwicklungsgeschichte vollständiger geworden ist. Daß sie sich jedoch bereits jetzt für verschiedene Typen innerhalb der Florideen nachweisen läßt, scheint mir von einem gewissen theoretischen Interesse zu sein, da es sich auf diese Weise zeigt, daß die Florideen in dieser Hinsicht mit den anderen Pflanzengruppen übereinstimmen, und daß demnach die Homologisierung der beiderlei Gametangien allgemeine Gültigkeit innerhalb des Pflanzenreichs zu besitzen scheint.

Botanisches Institut, Upsala (Schweden), März 1917.

Literaturverzeichnis.

Atkinson, G. F., Monograph of the Lemaneaceae of the United States. — Annals of Botany, Vol. 4, London 1889—91.

Berthold, Die Bangiaceen des Golfes von Neapel etc. — Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 1882.

Brannon, M. A., The Structure and Devel opment of *Grinnellia americana* Harv. — Annals of Botany, Vol. 11, London 1897.

Goebel, K., Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane. — Schenks Handbuch der Botanik, III, 1, Breslau 1884.

— — Organographie der Pflanzen, I., 2. Aufl., Jena 1913.

Joffe, R., Observations sur la fécondation des Bangiacées. — Bull. Soc. Bot. France, T. 43, 1896.

RSSANOW, L., Beiträge zur Cytologie der Florideen. — Flora od. allgem. bot. Zeitung, Bd. 99, Jena 1909.
LIN, H., Studien über die schwed. Arten der Gattungen *Batrachospermum* Roth und *Sirodotia* nov. gen. — Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsaliensis, Ser. IV, Vol. 3, Nr. 3, Upsala 1912.
HMITZ, FR., und HAUPTFLEISCH, T., Rhodophyceae. — ENGLER und PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien, I, 2, Leipzig 1897.
:DELIUS, N., Ueber den Bau und die Entwicklung der Florideengattung *Martensia*. — K. Svenska Vet. Akad. Handlingar, Bd. 43, N. 7, Upsala 1908.
— Rhodophyceae. — ENGLER und PRANTL Die natürlichen Pflanzenfamilien. Nachträge zum I. Teil, Abt. 2, Leipzig 1911.
— Ueber die Spermatienbildung bei *Delesseria sanguniea*. — Svensk Bot. Tidskrift, Bd. 6, Stockholm 1912.
— Ueber die Zystokarpienbildung bei *Delesseria sanguinea*. — Ibidem, Bd. 8, Stockholm 1914.

'. G. Tischler: Über die Entwicklung und phylogenetische Bedeutung des Embryosacks von Lythrum Salicaria.

(Mit Tafel IV.)

(Eingegangen am 15. März 1917.)

Die zusammenfassende Arbeit von PALM (1915) hat von neuem ı allgemeine Aufmerksamkeit auf die Tatsache gelenkt, daß der :ernige Embryosack der Angiospermen in verschiedenen Pflanzennilien unabhängig voneinander und auf verschiedene Weise zunde gekommen ist. Man kann mit dem schwedischen Autor gende Fälle unterscheiden:

1. Die Euphorbiaceen *Codiaeum und Ceramanthus* (ARNOLDI 12). Von den 4 Tetradenabkömmlingen der Embryosack-Mutterlen entwickelt sich der unterste zum Embryosack. Der primäre ırn teilt sich hier in 2 Teilungsschritten. Die so entstandenen 4 rne begeben sich nach dem Mikropylarende und werden dort zu ı Kernen des Eiapparates und dem einzigen Polkerne. — Durch *lilanthus tithymaloides* wird dieser Typus mit dem 8-kernigen ormaltypus" verknüpft. Hier ist schließlich auch ein 4-kerniger ıbryosack, aber zuvor war der Versuch einer Antipodenbildung :h noch gemacht (p. 144). Bei der Gattung *Glochidion* finden h selbst alle 8 Kerne vor; aber die 3 Antipodalkerne sterben

bald ab und ihre Atrophie tritt also hier „mit einiger Verspätung auf". Dieser Typus leitet zu dem am *häufigsten in der Familie* vorkommenden über, der die 8 Kerne noch zurzeit der Befruchtungsfähigkeit des Embryosackes als vorhanden zeigt.

2. Die Liliacee[1]) *Clintonia borealis* (SMITH 1911). Hier wird die Embryosack-Mutterzelle zum Embryosack. Von den 4 aus den beiden meiotischen Teilungen resultierenden Nuclei bleibt nur der oberste am Leben, während die 3 unteren früh degenerieren. Der übrigbleibende Kern erfährt noch 2 Teilungsschritte, die die Kerne des Eiapparates und den Polkern bilden. Der Typus ist sichtlich von dem 8-kernigen abgeleitet, wie die Existenz der absterbenden Kerne wahrscheinlich macht.

3. Die Orchidee *Cypripedilum* (Miß PACE 1907). Die Embryosackmutterzelle teilt sich hier in 2 Zellen, die unterste wird zum Embryosack. Dessen Kern teilt sich zweimal und bildet so *die Kerne des Eiapparates und den einzigen Polkern. Übergänge* zu dem „Normaltypus" finden sich bei den von SHARP (1912) studierten Spezies *Phajus grandifolius*, *Corallorrhiza maculata*, *Broughtonia sanguinea*, manchmal auch bei *Bletia Shepherdii*, bei denen 6 Kerne vorhanden sind. Das gleiche fand Miß PACE (1914) bei zwei *Gyrostachys*-Arten, die gelegentlich die Reduktion bis auf einen 5- oder gar 4-kernigen Sack treiben können. Daß bei den Orchideen im allgemeinen die Antipoden schwach entwickelt sind, wissen wir schon durch STRASBURGER (s. z. B. STRASBURGER-KÖRNICKE 1913 p. 616), der feststellte, daß bei unseren einheimischen Orchideen im Reifestadium des Embryosackes sich nur „stark lichtbrechende Substanz" fände, „in der 3 schwer nachweisbare Zellkerne liegen".

4. Die Balanophoracee *Helosis guyanensis* (CHODAT u. BERNARD 1900). Die Embryosack-Mutterzelle wird wie bei *Clintonia* direkt zum Embryosack. Von den beiden aus der heterotypen Teilung hervorgegangenen Kernen entwickelt sich allein der obere weiter. Er teilt sich noch zweimal und gibt so die 3 Kerne des Eiapparates und den Polkern. Die Existenz des frühzeitig degenerierenden Antipodalkerns läßt diesen Typus auch deutlich in ähnlicher Weise wie bei den vorigen Spezies als abgeleitet erscheinen.

---

1) Nicht Campanulacee, wie W. MAGNUS (1913, p. 326) sagt. Die Gattung *Clintonia* Dougl., die dieser Familie zugehört, wird jetzt als *Downingia* geführt. Gültig ist somit nur der Gattungsname *Clintonia* Raf. mit der von SMITH untersuchten Art *C. borealis*.

Systematischen Wert als Charakteristikum für die ganze Familie haben diese vier Fälle sicherlich nicht. Wohl aber darf die Vierkernigkeit des Embryosackes als Familieneigentümlichkeit betrachtet werden für die

5. Podostemaceen. WENT (1910, 1912) stellte für zahlreiche Vertreter aus den Gattungen *Oenone*, *Apinagia*, *Lophogyne*, *Mourera*, *Rhyncholacis*, *Cladopus* und W. MAGNUS (1913) für *Lawia* fest, daß sich die Embryosack-Mutterzelle hier wie bei *Cypripedilum* nur in 2 Zellen teilt, von denen sich allein die untere weiter entwickelt. Der Kern ergibt in seiner ersten (homöotypischen) Mitose 2 Tochterkerne, von denen aber der untere antipodale früh degeneriert. Der mikropylare bildet in 2 weiteren Teilungsschritten die Kerne des Eiapparates und den Polkern. Bei *Lawia* konnte der Antipodalkern relativ lange am Leben bleiben und sogar mit dem Polkern fusionieren. Noch weiter vom 8-kernigen Normaltypus entfernen sich nach W. MAGNUS *Podostemon* und *Hydrobium*, da hier der primäre Kern des Embryosacks sich überhaupt nur noch zweimal teilt und, ohne Versuch einen Antipodalkern zu bilden, gleich die Kerne des Eiapparates und den Polkern formt. Am meisten reduziert erscheint *Dicraea*, die MAGNUS auch auf das 4-Kern-Schema zurückführt, während PALM (1915, p. 225—227) sie als Vertreter eines 2-Kern-Typus ansieht.

So wechselnd die Reduktion innerhalb der Embryosack-Entwicklung bei dieser Familie ist, so stabil erscheint sie bei

6. den Onagraceen. Hier haben die Untersuchungen von GEERTS (1909), MODILEWSKI (1909), Frl. WERNER (1915) und TÄCKHOLM (1915) wohl eindeutig gezeigt, daß ganz allgemein in der Familie (vielleicht nur mit Ausnahme der auch sonst isoliert stehenden Gattung *Trapa* (GIBELLI u. FERRERO 1891)[1]) die Em-

1) Die beiden italienischen Autoren erwähnen zuerst die alten Angaben HOFMEISTERs (1858, p. 105), wonach „Keimbläschen" und Antipoden nur in 2-Zahl vorhanden wären und fahren dann fort (p. 159): „Noi veramente abbiamo sempre vedute tre cellule embrionali. Le antipode sono labilissime, ma una volta ne abbiamo pure scorte tre (gesp. v. mir). Und p. 173 kommen sie auf die Antipoden nochmals zurück. Alles was sie sagen, beschränkt sich aber auch auf die Worte, daß ihre Bildung normal sei, sie im übrigen jedoch „ben presto evanescenti" wären. Leider wird nicht gesagt, ob sie überhaupt noch zur Zeit der definitiven Fertigstellung des Embryosacks vorhanden sind und dieser so „sekundär" 4- resp. 5-kernig geworden ist. Höchstens könnte dies aus der schemat. Fig. 20 c Taf. XII erschlossen werden. Abgebildet werden die Antipoden überhaupt nicht, dagegen geben die Autoren gute Bilder vom oberen Teil des Embryosacks mit Eiapparat und Polkernen.

bryosack-Mutterzelle sich in 4 Tetradenzellen teilt, von denen die oberste zum Embryosack wird. Der Kern teilt sich dann hier zweimal und ohne eine Spur von Antipodenkernen werden die Kerne des Eiapparates und der einzige Polkern gebildet.

PALM (1915, p. 237) ist nun der Ansicht, daß es schwer halte, diesen für eine ganze Familie so charakteristischen „*Oenothera*-Typus" vom Normaltypus abzuleiten, weil hier schon bei der ersten Teilung im Embryosack die Polarität aufgehoben wäre, da „sämtliche vier Kerne von Anfang an in der Mikropylarpartie gelagert sind". Man könnte höchstens annehmen, daß „das Fehlen der Polarität eine nach dem event. Passieren einer solchen Stufe *sekundär auftretende Erscheinung ist*". *Und* TÄCKHOLM *(1915, p. 355) vermißt gleichfalls Übergangsformen zum normalen 8-kernigen* Typus. „Ephemere Antipodeninitialen . . . sind meines Wissens in dieser Familie auch von keinem anderen Onagraceen-Embryologen angegeben worden. Es ist auch nicht notwendig anzunehmen, daß solche Übergangsformen je existiert hätten."

Bei dieser von uns, in anderer Gruppierung als PALM das tat, soeben vorgenommenen Zusammenstellung 4-kerniger Embryosäcke haben wir ebenso wie der schwedische Autor rein das morphologische Bild im Auge gehabt. Es wird aber Zeit, daran zu erinnern, daß zahlreiche Fälle bekannt sind, in denen der Embryosack „eigentlich", d. h. seiner Entwicklungsgeschichte nach. 8-kernig ist und „tatsächlich", wenn er fertig ausgebildet ist. doch nur 4 Kerne zeigt, weil die 3 Antipodenkerne restlos degeneriert sind und der vierte chalazale Kern mit dem oberen Polkerne bereits fusioniert ist. Derartige „sekundär" 4-kernige Embryosäcke sind schon sehr oft beschrieben worden (s. z. B. die Liste bei COULTER-CHAMBERLAIN (1903, p. 97), die Ausführungen bei LÖTSCHER (1905, p. 214—226) und, um auch aus den letzten Jahren besonders markante Beispiele zu nennen, sei auf die Arbeiten von SCHMID *(1906) für Scrophulariaceen,* MARTIN *(1914)* für Leguminosen, DAHLGREN (1916) für Primulaceen verwiesen und vielleicht gehört auch *Trapa,* also eine Onagracee selbst hierhin. Zuweilen könnte man die frühzeitige Degeneration der Antipoden fast als Familiencharakter betrachten, wie bei den Primulaceen. Aber daneben finden sich doch auch recht bemerkenswerte Ausnahmen, wie z. B. *Lysimachia.*

Eine zunächst aus anderen Gründen vorgenommene Untersuchung über die Gametophyten bei *Lythrum Salicaria* zeigte mir nun, daß hier im reifen Embryosack gleichfalls keine Spur von Antipoden sich vorfindet und nur Eiapparat und ein Polkern vor-

handen sind. Die Bilder glichen so überaus denen bei den Onagraceen, daß ich auch an eine völlig gleiche Entwicklungsgeschichte dachte. Die Lythraceen gelten ja nach dem Urteil der kompetenten Systematiker, wie Herr Kollege DIELS noch die Freundlichkeit hatte, mir ausdrücklich zu bestätigen, den Onagraceen nächst verwandt. Und soweit ich sehe, glaubte[1]) nur HALLIER eine zeitlang (1903, p. 37, 1905, p. 158 u. 160), daß diese Familien weit zu trennen und die Onagraceen lieber in die Nähe der Campanulaceen zu stellen seien. Aber der Vergleich der Samenanlagen bei letzteren beiden Familien spricht gar nicht für die Richtigkeit dieser HALLIERschen Annahme. Bei den Onagraceen haben wir 2 Integumente und die charakteristische Nucellus-„Calotte“ genau wie bei den Lythraceen. Ein „Endothel“ rings um den reifen Embryosack fehlt, während dies bei den Campanulaceen nach den eingehenden Schilderungen von BALICKA—IWANOWSKA (1899) für *Campanula* und von BILLINGS (1901) für *Lobelia* in typischer Weise vorhanden ist und bei dieser Familie auch wie bei den meisten anderen „Sympetalen“ nur ein Integument sich vorfindet.

Es war nicht ganz einfach, eine lückenlose Serie von Stadien der Embryosack-Entwicklung bei *Lythrum Salicaria* gut fixiert aufzufinden. Ich hatte ausschließlich mit der stärkeren FLEMMINGschen Lösung fixiert und dabei waren häufig die Samenanlagen etwas geschrumpft. Aber bei ihrer großen Menge in jedem Fruchtknoten hatte man in den wirklich guten Präparaten auch eine große Reihe der verschiedensten Stadien nebeneinander. Häufig schien der Embryosack ganz obliteriert zu sein, öfter waren auch einige gegen die Mehrzahl zurückgeblieben, meist war die Ausbildung in den restierenden auch nicht bis zu genau dem gleichen Grade gediehen. Das Material legte ich zum kleineren Teil im Braunschweiger botanischen Garten im Juli 1915 und 1916, zum größeren im Kreise Friedland in Ostpreußen (Ufer des Kinkeimer Sees und des Dostflusses) im Juli und August 1916 ein. Geschnitten wurde es auf 5 bis 7.5 μ, gefärbt mit HEIDENHAINs Eisenhämatoxylin, oft unter Nachfärbung mit Säurefuchsin.

In Fig. 1 sehen wir die Embryosack-Mutterzelle aus einem langgriffligen Individuum in Synapsis, in Fig. 2 dieselbe aus einem kurzgriffligen im Leptonema. Die geringen Größenunterschiede der Kerne sind nach meinen Erfahrungen nichts Charakteristisches.

---

1) HALLIER hat später ohne jede Begründung offenbar seine Ansicht fallen lassen und will die Onagraceen jetzt doch von Lythraceen herleiten (1908, p. 99, 104, 116).

Gleich Fig. 3, wieder von einem kurzgriffligen Exemplar, hat den in „Diakinese“ befindlichen Nucleus ungefähr so groß wie die Zelle in Fig. 1. Die Zahl der Chromosomen war nicht mit Sicherheit zu erweisen. In dem gezeichneten Beispiel zählte ich zirka 24 haploide. Im Präparat war die Zählung weniger leicht, als es nach der Zeichnung scheinen könnte, da noch einige dunkle mit Hämatoxylin gefärbte Körnchen dazwischen lagen, die bei nicht scharfem Zusehen Chromosomen vortäuschten. Von entsprechenden Stadien im ♂ Archespor, die an dieser Stelle nicht zu besprechen sind, darf ich aber wohl schließen, daß 24 die Haploidzahl ist. Die heterotype Teilung ist in Fig. 4 u. 5 dargestellt, die homöotype in Fig. 6 u. 7. In Fig. 8 sind nur noch die beiden aus der unteren Dyade hervorgegangenen Tochterzellen normal, die obere Dyade scheint ungeteilt geblieben zu sein; ein Kern fehlt auch in den Nachbarschnitten, vielleicht ist er degeneriert. Fig. 9 gibt uns das Normalschema: eine Reihe von 4 übereinanderliegenden Zellen, die oberen beiden bereits in deutlicher Degeneration, aber noch mit gut erkennbarem Nucleus. Die schiefen Spindeln des oberen Dyadenkerns in Fig. 6 und 7 scheinen darauf hinzudeuten, daß hier die beiden Tochterzellen nicht immer genau gerade übereinander zu liegen kommen. Wir sehen schon jetzt und finden es bei Betrachtung der folgenden Stadien bestätigt, daß der Embryosack bei *Lythrum* aus der u n t e r s t e n Tetradenzelle hervorgeht, nicht aus der obersten wie bei den Onagraceen. Doch lernen wir bei TÄCKHOLM (1915), daß auch hier als Ausnahme eine andere als die „mikropylare Megaspore“ auskeimen kann.

Der primäre Kern des jungen Embryosackes teilt sich dann in 2 (Fig. 10 u. 11) und diese in 4 (Fig. 12 u. 13). Ich gebe mit Absicht von jedem dieser Stadien 2 Bilder, damit man sehen kann, wie die Größenverhältnisse der Kerne hier wechseln können, aber durchaus nicht etwa so, daß der langgriffligen Form die größten, der kurzgriffligen die kleinsten zukämen. Wir haben offenbar weitgehende transgressive Variabilität. Denn bei unseren Bildern sind zufällig die Kerne der mittelgriffligen Form in Fig. 10 größer als die der „langgriffligen“ in Fig. 11 und die der kurzgriffligen in Fig. 12 größer als die der mittelgriffligen in Fig. 13. Die Größe der Embryosäcke und ihrer Kerne scheint ebenso wie die der ganzen Samenanlage weitgehend abhängig von den jeweiligen Ernährungsverhältnissen. Und vergleichende Chromosomenmessungen hatten bei der relativen Seltenheit, mit der man Teilungsstadien fand und der außerordentlichen Kleinheit der Chromosomen keinen Erfolg.

Unsere beiden letzten Figuren haben nun schon gezeigt, daß mit der Streckung des Embryosacks eine große Vakuole in der Mitte und eine polare Differenzierung auftritt, die TÄCKHOLM für die *Onagraceen vermißt. Ein neuer Teilungsschritt* führt zur 8-Zahl der Kerne und damit zu einer anscheinend völlig typischen Entwicklung. Aber während am Mikropylarende sich die üblichen 3 Zellen aussondern und zu Eizelle und Synergiden werden, haben wir durchaus nicht immer mehr eine normale Antipodenformierung. Schon unmittelbar nach der Bildung der Kerne sehen wir hier zuweilen Größenunterschiede (Fig. 14), die auf eine Verkümmerung einiger hinweisen. Und oft finden wir sie sekundär zu einem *Klumpen vereinigt, nach* dem der eine der 4 Kerne als „Polkern" sich von ihnen entfernt hat (Fig. 15). In Fig. 16 haben sich zwar 3 nackte Sonderzellen mit je einem Nucleus gebildet, aber die Plasmasubstanz ist ungewöhnlich gering im Vergleich zur Kernmasse und sehr bald sieht man höchstens noch Spuren, wie in Fig. 17. Die Kerne färben sich gleichmäßig dunkel und liegen in ebenfalls homogen gewordenen abgestorbenen Zellen. Doch nicht immer kommt es überhaupt zur Bildung besonders markierter Antipoden. *Denn schon vorher können die Kerne miteinander fusionieren* (Fig. 18). An der Zahl der Nukleolen läßt sich die Zahl der verschmolzenen Kerne feststellen. In dem gezeichneten Bilde sah ich in einer anderen optischen Ebene noch den vierten Nucleolus deutlich, so daß ich daraus schließen muß, daß die Fusion selbst vor Absonderung des „Polkerns" beginnen kann.

Nicht selten war auch die ganze Kernverteilung im Embryosack gestört, so daß sich alle 8 Kerne „am falschen Orte" befanden. Ein extremes Beispiel liefert Fig. 19. Hier lagen (auf 2 Schnitten) sämtliche 8 Nuclei an der linken Seite des Embryosacks in der unteren Hälfte, also nahe der Antipoden-Region in einen Klumpen gehäuft. Ähnliche Abnormitäten sind ja auch von anderen Pflanzen bekannt geworden, besonders seitdem MURBECK (1902) für die „parthenogenetischen" *Alchimillen* darauf aufmerksam gemacht hat. Abnorme Stoffverteilung, im weitesten Sinne genommen, muß die Polarität hier völlig ausschalten, ohne daß wir jedesmal die speziellen „Ursachen" anzugeben vermöchten.

Zu der Zeit, in der der Embryosack reif und die Eizelle zur Befruchtung tauglich ist, sehen wir stets nurmehr 4 Kerne, d. h. die Kerne des Eiapparates und den Polkern. (Fig. 20.) Dieser letztere ist wohl meist diploid, d. h. aus einer Fusion zweier *Nuclei hervorgegangen, doch hörten wir ja bereits, daß auch der* eine Polkern vorher ausgeschaltet sein kann. In Fig. 21 sehen

wir die beiden Polkerne dicht nebeneinander gelagert neben dem Eiapparat und in Fig. 22 die Polkerne allein im gleichen Annäherungsstadium. Die Größenunterschiede in beiden Fällen fallen ohne weiteres auf. Aber beide Präparate stammten von kurzgriffligen Exemplaren. In Fig. 23 haben wir dann den fusionierten „sekundären" Embryosackkern. Noch sind die beiden Nucleolen nebeneinander sichtbar. Fig. 24 (von einem langgriffligen Individuum) zeigt die beiden Synergiden neben dem einen großen Polkern, Fig. 25 eine Eizelle mit Kern. Und wir wollen auch hier wieder ausdrücklich darauf hinweisen, wie stark die Größendifferenzen der Kerne in Fig. 24 und 25 gegen die in Fig. 20 z. B. sind. Aber alle 3 Bilder sind hier von langgriffligen Individuen genommen. Kernmessungen für die 3 heterostylen Formen scheinen während der Embryosack-Entwicklung also noch wenig eindeutige Resultate zu geben, so lange wir nicht die rein trophischen Einflüsse hier ausschalten können, die offenbar das Wachstum der Zellen und Kerne so ungleich beeinflussen.

Ganz das gleiche gibt DAHLGREN (1916, p. 13) für die heterostyle *Primula officinalis* an, wenn er schreibt: „Auch bei den Embryosäcken der respektiven Typen ist kein Unterschied an Form und Größe nachzuweisen... Irgendwelche Ungleichheiten zwischen Eizellen und Polkernen der beiden Formen habe ich auch nicht wahrnehmen können."

Im Anfang meiner Untersuchungen, als ich die jüngeren Stadien noch nicht kannte, glaubte ich zunächst, gewisse Zellen, wie sie z. B. Fig. 26 darstellt, als Antipoden deuten zu dürfen. Es handelt sich aber um typisches Nucellusgewebe. Der Nucellus wird natürlich bei dem fortschreitenden Wachstum des Embryosacks in immer weiterem Umfange, namentlich auch gegen die Chalaza hin gelöst. Häufig sieht man die Wände der Zellen hier eher verschwinden als Plasma und Kerne. So können dann mehrere Nuclei in eine „Zelle" eingeschlossen erscheinen. Und Fälle, wie sie in Fig. 26 abgebildet sind, bei denen gerade 3 Kerne so zusammenliegen, erwecken leicht jemandem, der das Schicksal der wahren Antipoden nicht kennt, den Eindruck, es hier noch mit einem Teile des Gametophyten zu tun zu haben. Besonders wenn man auf die sich chalazalwärts anschließenden kleinen plasmareichen großkernigen Zellen acht gibt, die sich ja so oft an die Antipoden anreihen. Möglich ist es in der Tat, daß die Zellen noch eine „pseudoantipodale" Funktion haben, wie sie den echten Antipoden oft zugeschrieben wird, derart, daß sie irgendwie bei der Versorgung des Embryosacks mit Nährstoffen mitwirken. Die Er-

scheinung, daß die Zellwände hier zuerst, noch vor Plasma und Kern, degenerieren, kennen wir auch von anderen Pflanzen her. Ich erinnere z. B. an meine früheren Beobachtungen bei *Musa* (TISCHLER 1912, p. 47 ff.), aus denen hervorging, daß solche Veränderungen im Nucellus sich selbst dann einfinden können, wenn der Embryosack nicht weiter wächst. Im großen kommt etwas in gewissem Sinne Vergleichbares bei der Bildung der „Pseudo-Embryosäcke" vor, die WENT (1910, p. 13) für die Podostemaceen beschreibt. Hier werden nur größere plasma- und kernerfüllte Höhlungen geschaffen, die nach Lösung der Wände aus vielen Zellen hervorgegangen sind. Auch sie liegen unterhalb der Gametophyten in der Richtung der Chalaza und des vorauszusetzenden Nährstoffstromes. Und auch bei ihnen sind die Antipoden verschwunden resp. sie werden hier „wirklich" gar nicht mehr angelegt. —

Es wäre nun von gewissem Interesse, zu sehen, ob das von uns ausführlich geschilderte Verhalten des Embryosacks und speziell der Antipoden von *Lythrum Salicaria* irgendwie für die Familie der Lythraceen typisch ist. Das Material, das sich in unseren europäischen botanischen Gärten findet, ist nicht reich und die Spezies kommen oft nicht zur Blüte. Es scheinen wohl kaum Lythraceen-Gattungen embryologisch untersucht zu sein, nur *Cuphea* macht eine Ausnahme. Für *Cuphea miniata*[1]) lesen wir schon bei HOFMEISTER (1858, p. 106): „Keimbläschen und ihre Gegenfüßler sind verhältnismäßig groß, nicht kleiner als bei Onagrarieen". Und GUIGNARD (1882, p. 158) sagt für *Cuphea Jorullensis*[1]) von einem jüngeren Stadium: „Je n'ai pas vu de membrane cellulaire autour des noyaux antipodes", von einem älteren, das er auf seiner pl. 4, Fig. 57 abbildet, „les antipodes ont une membrane". Eine nähere Schilderung im Text vermissen wir, aber in der beigegebenen Figur sehen wir in der Tat recht große derbe Antipoden, die etwas übereinander liegend, das Ende des Embryosacks einnehmen. Ein fast völlig identisches Bild gibt der französische Autor in pl. 4, Fig. 51 für *Oenothera tetraptera*. Hier wissen wir aber sicher, daß er

1) Auf eine diesbezügliche Anfrage hatte Herr Professor KOEHNE, der Monograph der Lythraceen, die große Freundlichkeit, mir mitzuteilen, daß es sich bei den beiden genannten Arten wohl um *C. miniata* A. Brongn. = *C. Llavea* La Llave ex Lex. var. *miniata* Koehne aus der Sectio Heterodon und *C. Jorullensis* Lindl = *C. micropetala* H. B. n. K. aus der Sect. *Melvilla* Subsp. *Polyspermum* handele. Beide befinden sich in Kultur. Die echte *C. Jorullensis* H. B. u. K. aus der Sect. *Melvilla* Subs. *Erythrocalyx* kommt nicht in Kultur vor. Herrn Professor KOEHNE möchte ich auch an dieser Stelle noch herzlichst für seine Auskunft danken.

sich geirrt hat. So scheint es mir durchaus möglich, daß HOFMEISTER und GUIGNARD auch bei *Cuphea* irgendwelche dem Gametophyten anliegende Nucelluszellen irrtümlich für Antipoden genommen haben. Außerdem findet sich in einer Arbeit von TASSI (1898), die ich längere Zeit vergeblich einzusehen suchte, deren Kenntnis ich dann schließlich der liebenswürdigen Vermittlung von Herrn Kollegen DIELS verdanke, für *Cuphea Llavea* die kurze Angabe (p. 164): „Le sinergidi sono più appuntite, quasi piriformi e non ovate; l'oosfera sub-ellittica sorpassa di poco le prime, e le antipodi non presentano differenza alcuna". Eine Abbildung wird nicht gegeben.

Ich konnte nun leider nicht die soeben hier genannten Spezies, wohl aber *C. platycentra* Lemaire und *C. cyanea* D.C. studieren. Erstere besitzen wir im Braunschweiger botanischen Garten und Material von *C. cyanea* verdanke ich der liebenswürdigen Vermittlung von Herrn Kollegen DIELS, der es mir bei einem Aufenthalte in Berlin-Dahlem im Oktober 1916 zustellte. Ich habe die *Fruchtknoten beider Arten unmittelbar im Warmhaus in Flemming* fixiert. Eine lückenlose Serie von Stadien erhielt ich nicht. Aber soviel reife Samenanlagen ich auch untersuchte: niemals sah ich mehr Antipoden. Der Embryosack ist hier recht schmal und langgestreckt ähnlich wie bei *Trapa* (GIBELLI u. FERRERO 1891) und man muß meist mehrere Schnitte einer Serie berücksichtigen, um Klarheit darüber zu bekommen. Eiapparat und Polkerne waren in vielen Fällen normal, während in anderen der ganze Inhalt des Embryosacks obliteriert war — vielleicht eine Folge des Kultur-Einflusses. Denn an eine so starke gegenseitige Beeinflussung der Samenanlagen untereinander wie bei *Lythrum* war bei der geringen Anzahl der Ovula und bei deren sonstigen guten Entwicklung, insbesondere des massigen Nucellus, schwer zu denken. Ich bin mir aber nicht im geringsten im Zweifel, daß sich der Embryosack von *Cuphea* eng an den von *Lythrum* anschließt. Wie sich die übrigen Lythraceen-Gattungen verhalten, verdient vielleicht eine besondere Feststellung.

In seiner oben erwähnten Publikation hat TASSI mit dem Verhalten der Embryosäcke bei den Lythraceen besonders das der Melastomacee *Tibouchina holosericea* Baill. verglichen. Er stellte zunächst fest, daß in Form und Größe der Samenanlagen selbst große Ähnlichkeit besteht sowie auch weiterhin der Embryosack aus der untersten Zelle einer Tetrade hervorgeht und 8-kernig ist. Von den uns vor allem interessierenden Antipoden hören wir nur ganz kurz (p. 163): „Le antipodi sono di forma molto variabile

a contorno non ben definito e disposte senz' ordine" (gesp. v. m.). Das scheint auch auf eine nicht typische Ausbildung hinzudeuten, besonders wenn wir noch dazu die alten Angaben HOFMEISTERs (1858, p. 103—104) für die Melastomacee *Centradenia floribunda* berücksichtigen, nach denen hier die Antipoden bald vorhanden wären und bald fehlten.

Weitere Studien mit Zuhilfenahme moderner Mikrotechnik würden auch hier erst den Grad der Verkümmerung des Antipoden-Apparates genauer feststellen können.

Schon jetzt aber würden wir, was das Verhalten des Embryosacks anlangt, *die untersuchten Lythraceen phylogenetisch an die Onagraceen in ähnlicher Weise anschließen können*, wie wir bei den Podostemaceen *Oenone* oder *Lawia* an *Podostemon* bei den Orchideen *Phajus* oder *Gyrostachys* an *Cypripedilum* anknüpfen. Daß bei den Lythraceen immer noch 3 Antipodenkerne angelegt werden und sehr früh degenerieren, bei den Podostemaceen und Orchideen nur 1—2, ist ja ein rein gradueller Unterschied. Auch bei Pflanzen mit persistierenden Antipoden werden wir doch sicher Fälle wie den von *Limnocharis* (HALL 1902), vielleicht auch den von *Garcinia* (TREUB 1911, s. dazu auch PALM 1915, p. 211) mit je einem Antipodenkern als unmittelbar vom Normaltypus abgeleitet auffassen.

So darf wohl der von PALM und TÄCKHOLM für die Familie der Onagraceen vermißte Nachweis eines „phylogenetischen Zwischenstadiums", das zum Normaltyp hinüberführt, wenigstens für die nächstverwandte Familie der Lythraceen durch unsere Darlegungen erbracht sein. Und nach der Literatur scheint es mir nicht ausgeschlossen, daß sich auch die „Onagracee" *Trapa* selbst ähnlich verhält.

Braunschweig, Botanisches Institut der Technischen Hochschule im März 1917.

Erklärung der Tafel IV.

Alle Figuren wurden bei Vergrößerung von 1200 gezeichnet und zur Reproduktion auf $\frac{3}{4}$, also auf 900 verkleinert. Sie beziehen sich sämtlich auf *Lythrum Salicaria*.

Fig. 1. *Langgriffl. Ind. Embryosackmutterzelle mit Kern in Synapsis.*
Fig. 2. Kurzgriffl. Ind. Embryosackmutterzelle mit Kern in Leptonema.
Fig. 3. Kurzgriffl. Ind. Embryosackmutterzelle mit Kern in Diakinese. Es sind 24 Chromosomenpaare zu zählen.
Fig. 4. Kurzgriffl. Ind. Embryosackmutterzelle mit heterotyper Kernteilung.
Fig. 5. Kurzgriffl. Ind. „ „ „ „

Fig. 6. Kurzgriffl. Ind. Dyadenzellen gebildet. Kerne in homöotyper Teilung.
Fig. 7. Kurzgriffl. Ind. „ „ „ „ „ „
Fig. 8. Kurzgriffl. Ind. Untere Dyade nach eben abgeschlossener Kern- und Zellteilung. Obere Dyade ziemlich inhaltsleer.
Fig 9. Kurzgriffl. Ind. Reihe der 4 übereinanderliegenden Tetradenzellen.
Fig. 10. Mittelgriffl. Ind. Embryosack 2-kernig.
Fig. 11. Langgriffl. Ind. Embryosack 2-kernig.
Fig. 12a und b. Kurzgriffl. Ind. Embryosack 4-kernig. Zwischen den beiden Kerngruppen liegt eine große Vakuole im Plasma.
Fig. 13. mittelgriffl. Ind. Embryosack 4-kernig. Zwischen den beiden Kerngruppen liegt eine große Vakuole im Plasma.
Fig. 14. Kurzgriffl. Ind. Embryosack: Antipodalende mit den anfänglichen 4 Kernen; die beiden unteren kleiner als die oberen.
Fig. 15. Kurzgriffl. Ind. Die 3 restierenden Antipodenkerne nach Weggang des „unteren Polkerns“ nahe aneinandergelagert.
Fig. 16. Langgriffl. Ind. Um die Antipodenkerne haben sich kleine, sehr kurzlebige Zellen gebildet.
Fig. 17. Langgriffl. Ind. Die 3 Antipodenzellen in Degeneration.
Fig. 18. Kurzgriffl. Ind. Fusion der Antipodenkerne zu einem Nucleus.
Fig. 19a u. b.. Kurzgriffl. Ind. Völlig unpolare Anordnung der 8 Kerne des jungen Embryosacks.
Fig. 20. Langgriffl. Ind. Normaler Embryosack zurzeit der Befruchtungsreife.
Fig. 21. Kurzgriffl. Ind. Oberer Teil des Embryosacks, die beiden Synergiden mit Kernen, während der Eizellkern zufällig nicht im Präparat liegt. Die beiden Polkerne nebeneinander.
Fig. 22. Kurzgriffl. Ind. Die beiden Polkerne im gleichen Stadium wie in Fig. 21, aber erheblich größer als dort.
Fig. 23. Kurzgriffl. Ind. Oberer Teil des Embryosacks. Die Polkerne sind soeben verschmolzen. Die beiden Nucleolen noch getrennt sichtbar.
Fig. 24. Langgriffl. Ind. Die beiden Synergiden und der fusionierte sekundäre Embryosackkern zur Zeit der Befruchtungsreife.
Fig. 25. Langgriffl. Ind. Eizelle mit Kern zur Zeit der Befruchtungsreife.
Fig. 26. Langgriffl. Ind. Nucelluszellen an der Basis des Embryosacks. Die Wände haben sich zwischen ihnen gelöst, so daß wir eine 3-kernige Fusionszelle haben. Sie kann „Antipodencharakter“ vortäuschen.

Citierte Literatur.

1912. ARNOLDI, W. Zur Embryologie einiger Euphorbiaceen. Trav. Mus. bot. Ac. Imp. Sc. St.-Petersb. t. 9. p. 136—154. 38 Fig.

1899. BALICKA-IWANOWSKA, G. *Contribution à l'étude du sac embryonnaire* chez certains Gamopetales. Flora. Bd. 86, p. 47—71, pl. 3—10.

1901. BILLINGS, F. H. Beiträge zur Kenntnis der Samenentwickelung. Flora. Bd. 88, p. 253—318, 101 Fig.

1900. CHODAT, R. u. BERNARD, C. Sur le sac embryonnaire de *l'Helosis guayanensis*. Journal de Botan. t. 14, p. 72—79, pl. 1—2. (Citiert bei COULTER und CHAMBERLAIN 1903).

1903. COULTER u. CHAMBERLAIN CH. J. Morphology of Angiosperms. New York u. London. 348 pp., 113 Fig.

1916. DAHLGREN, K. V. Zytologische und embryologische Studien über die Reihen Primulales und Plumbaginales. Akad. Abh. K. Sv. Vet. Ak. Handl. Bd. 56, Nr. 4, 80 pp., 3 Taf., 187 Fig.

1908. GEERTS, J. M., Beiträge zur Kenntnis der Cytologie und der partiellen Sterilität von *Oenothera Lamarckiana*. Rec. Trav. bot. néerl. Bd. 5. p. 93—208, Taf. 5—22.

1891. GIBELLI, G. u FERRERO, F. Intorno allo sviluppo dell' ovolo e del seme della Trapa natans L. Ricerche di anatomia e di morfologia. Malpighia vol. 5, p. 156—218, Tav. 10—20.

1882. GUIGNARD, M. L. Recherches sur le sac embryonnaire des Phanérogames Angiospermes. Ann. sc. nat. Botan. 6 sér. t. 13, p. 136—199, pl. 3—7.

1902. HALL, J. G. An embryological study of *Limnocharis emarginata*. Bot. Gaz. vol. 23, p. 214—219, pl. 9.

1903. HALLIER, H. Über die Verwandtschaftsverhältnisse bei ENGLER's Rosalen, Parietalen, Myrtifloren und in anderen Ordnungen der Dikotylen. Abh. a. d. Geb. d. Naturwiss., herausgeg. v. Naturw. Verein Hamburg, Bd. 18, 98 pp.

1905. HALLIER, H. Provisional scheme of the natural (phylogenetic) system of flowering plants. New Phytolog. vol. 4, p. 151—162.

1908. HALLIER, H., Über *Juliania*, eine Terebinthaceen-Gattung mit Cupula, und die wahren Stammeltern der Kätzchenblütler. Beih. bot. Centralbl. Bd. 23, Abt. 2, p. 81—265.

1858. HOFMEISTER, W. Neuere Beobachtungen über Embryobildung der Phanerogamen. PRINGSH. Jabrb. wiss. Bot. Bd. 1, p. 82—188, Taf. 7—10.

1905. LÖTSCHER, P. K. Über den Bau und die Funktion der Antipoden in der Angiospermen-Samenanlage. Flora Bd. 94, p. 213—262, Taf. 1—2.

1913. MAGNUS, W. Die atypische Embryonalentwicklung der Podostemaceen (unter Mith. v. EL. WERNER). Flora Bd. 105, p. 275—336, Taf. 11—14, 41 Fig.

1914. MARTIN, J. N. Comparative morphology of some Leguminosae. Bot. Gaz. vol. 58, p. 154—167, pl. 8—11.

1909. MODILEWSKI, J. Zur Embryobildung von einigen Onagraceen. Ber. d. D. bot. Ges., Bd. 27, p. 287—292, Taf. 13.

1902. MURBECK, SV., Über Anomalien im Baue des Nucellus und des Embryosackes. LUNDs Universit. Årsskrift, Bd. 38, Afd. 2, Nr. 2, 11 pp., 1 Taf.

1907. PACE, L. Fertilization in *Cypripedium*. Bot. Gaz. vol. 44, p. 353—374, pl. 24—27, 1 Fig.

1914. PACE, L. Two species of *Gyrostachys*. Baylor Univ. Bullet. vol. 17, p. 2—16, 1 pl.

1915. PALM, BJ. Studien über Konstruktionstypen und Entwicklungswege des Embryosackes der Angiospermen. Akad. Abh. Stockholm, 259 pp., 53 Fig.

1906. SCHMID, E., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Scrophulariaceae. (Diss. Zürich). Beih. bot. Centralbl. Bd. 20, Abt. 1, p. 175—299, Taf. 11 bis 12, 68 Fig.

1912. SHARP, L. W. The orchid embryo sac. Bot. Gaz. vol. 54, p. 372—385, pl. 21—23.

1911. SMITH, R. W. The tetranucleate embryo sac of *Clintonia*. Bot. Gaz. vol. 52, p. 209—217, pl. 5.

1913. STRASBURGER E. u. KÖRNICKE, M. Das botanische Praktikum. 5. Aufl. Jena 860 pp., 246 Fig.
1915. TÄCKHOLM, G. Beobachtungen über die Samenentwicklung einiger Onagraceen. Sv. bot. Tidskr. Bd. 9, p. 294—361, 16 Fig.
1898. TASSI, F. Dello sviluppo dell' ovolo e del sacco embrionale nella *Tibouchina holosericea*. Bollet. Labor. ed Ort. bot. Siena. vol. 1, p. 162—165, Tav. 4.
1912. TISCHLER, G., Über die Entwicklung der Samenanlagen in parthenokarpen Angiospermen-Früchten. PRINGSH. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 52, p. 1—84, Taf. 1—2, 30 Fig.
1911. TREUB, J. M. Le sac embryonaire et l'embryon dans les Angiospermes. (Nouv. sér. d. recherch.) Ann. jard. bot. Buitenz., vol. 24, p. 1—17, pl. 1—5.
1910. WENT, F. A. F. C. Untersuchungen über Podostemaceen. Verh. k. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. 2 sect. D. 16, Nr. 1, 88 pp, 15 Taf.
1912. WENT, F. A. F. C. Untersuchungen über Podostemaceen II. Verh. k. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. 2 sect. D. 17, Nr. 2, 19 pp., 2 Taf.
1915. WERNER, E. Zur Ökologie atypischer Samenanlagen. Beih. bot. Centralbl.. Bd. 32, Abt. 1, p. 1—14, 19 Fig.

25. F. von Höhnel: Erste vorläufige Mitteilung mykologischer Ergebnisse. (Nr. 1—106).

(Eingegangen am 18. 3. 1917.)

Nachdem unter den gegenwärtigen Verhältnissen die ausführliche Veröffentlichung meiner Untersuchungen auf dem Gebiete der speziellen Mykologie nicht in dem Maße fortschreiten kann als es notwendig wäre, habe ich zunächst in der österreichischen botanischen Zeitschrift 1916, 66. Bd. p. 51 und 94 in 393 Punkten eine Anzahl der gefundenen Tatsachen ohne weitere Begründung derselben mitgeteilt. Im Folgenden gebe ich nun eine weitere Reihe von 106 Mitteilungen über meine Ergebnisse. Die ausführlichen Veröffentlichungen werden, soweit sie sich auf die Hauptfruchtformen beziehen, in den Sitzungsberichten der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, und was die *Fungi imperfecti* anlangt, in der Hedwigia im Laufe der nächsten Jahre erscheinen.

Betreffend vieler neuen Gattungen der *Fungi imperfecti* verweise ich auf mein neues System der letzteren, das in FALCKs mykologischen Untersuchungen und Berichten I. p. 301—369, zunächst was die Histiomyceten und Synnematomyceten betrifft,

erscheinen wird. Indessen habe ich seither noch eine ziemliche Anzahl neuer Formgattungen aufgestellt, die in meinem Systeme noch nicht aufgeführt sind. Die bei mehreren Mitteilungen angefügten Buchstaben F und J beziehen sich auf meine Fragmente zur Mykologie in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie 1917 und die Veröffentiichungen in der Hedwigia 1917 und geben die Nummern der betreffenden Abschnitte an, wo die ausführlichen Angaben gebracht sind.

1. *Claudopus tomentellicola* v. H. n. sp. mit *Leptonia parasitica* Quél. nächst verwandt. (F 1002.)

2. *Hypholoma lacrymabundum* (Fr.) Quél. ist, entgegen der Angabe von RICKEN von *Stropharia caput Medusae* Fr. völlig verschieden. (F 1003.)

3. *Microthyrium Lunariae* (Kze.) Fuck. muß *Gloniella Lunariae* (Kze.) v. H. genannt werden. (F 1004.)

4. Die Nebenfrucht von *Gloniella perexigua* (Speg.) Sacc. ist *Leptothyrina perexigua* v. H. (F 1004).

5. *Ascospora microscopica* Niessl muß heißen *Gloniella microscopica* (N.) v. H. und hat als Nebenfrucht *Rhabdothyrella microscopica* v. H. v. G. et sp. (F 1005.)

9. *Hypoderma rubi* (P.) entwickelt sich in der Epidermis und hat als Nebenfrucht *Hypodermina virgultorum* (Sacc.) v. H. (= *Leptostroma virgultorum* Sacc.), welche eine Pachystromacee ist (S. mein neues System der *Fungi imperfecti* in FALCK, Mycol. Unters. und Berichte I. Bd. p. 300—369). (F 1006.)

10. *Hypoderma scirpinum* D. C. entwickelt sich subcuticulär und hat daher eine Leptostromacee (*Leptostroma scirpinum* F.) als Nebenfrucht. (F 1006.)

11. Der Typus der Gattung: *Hypodermella Laricis* Tub. entwickelt sich in der Epidermis. Die zweite Art: *H. sulcigena* (Link) Tub. bildet sich eine Zellschicht tief unter der Epidermis aus und stellt daher eine neue Gattung dar: *Lophodermella* v. H. (F 1006.)

12. *Entopeltis interrupta* (Wint.) v. H. (Fragm. 489) ist eine subcuticuläre Hypodermacee. Ebenso *Vizella conferta* (Cooke) Sacc. (F 1007.)

13. *Phacidium Piceae* Fuckel ist die Weißtannennadeln bewohnende Form von *Lophodermium pinastri* (Schrad.) (= *Loph. Abietis* Rostr. = *Loph. Piceae* [Fuck.] v. H.). Die Unterscheidung dieser Form als eigene Art scheint nicht stichhaltig zu sein. (F 1008).

14. *Cytonaema Spinella* (Kalchbr.) v. H. ist nicht, wie ich früher annahm, eine Cytosporee, sondern wie schon FUCKEL gewiß richtig angab, die Nebenfrucht von *Tympanis saligna* Tode. und sehr nahe mit *Chondropodiella* v. H. verwandt, die zu *Godronia* gehört. (F 1013.)
15. *Gelatinosporium betulinum* Peck (=? *Sphaerocista Betulae* Preuß 1852) ist die Nebenfrucht von *Scleroderris seriata* (Fr.) und *Gelatinosporium pinastri* (Moug.) v. H. (=? *Gel. abietinum* Peck 1871) ist die Nebenfrucht von *Sclerederris pinastri* v. H. n. sp. (F 1014.)
16. *Unguicularia raripila* v. H. n. sp. durch sehr spärliche Beborstung von den anderen Arten der Gattung stark verschieden. (F 1015.)
17. *Pyrenopeziza Agrostemmatis* Fuckel, von REHM als *Niptera* eingereiht, ist *Fabraea Agrostemmatis* (Fuck.) v. H. zu nennen. Synonym ist *Fabraea implexa* Bres. et Car. 1897. (F 1017.)
18. REHMS Gruppe der Pyrenopezizeen ist eine unnatürliche. denn die Eupyrenopezizeen sind hervorbrechende Mollisieen und die Pseudopezizeen sind vereinfachte Dermateaceen. (F 1017.)
19. *Peziza sphaeroides* P. Mycol. — *Var. Lychnidis* Desm., von den Autoren als *Mollisia*, *Pyrenopeziza* oder *Pseudopeziza* eingereiht, ist eine typische *Pirottaea* von *Pirottaea veneta* Sacc. et Speg. nicht verschieden. (F 1018.)
20. *Asteroma impressum* Fuckel ist ein unreifer Pilz, wahrscheinlich eine Pseudopezizee. (F 1019.)
21. *Lachnea (Cheylimenia) furcifera* v. H. n. sp. von den *Cheylimenia*-Formen durch teilweise 1—2mal gegabelte Borsten sicher verschieden. (F 1022.)
22. *Pestalozzia truncata* Leveillé ist eine Nebenfrucht von *Ceratostoma Vitis* Fuckel. (F 1030.)
23. *Discosphaerina discophora* v. H. n. G. et sp., von *Guignardia* durch den eigentümlichen Bau der Perithecien verschieden. (F 1031.)
24. *Didymella tosta* (Berk. et Br.) Sacc. Syn. *Diaporthe Epilobii* Fuck. 1869 = *Sphaerella Fuckelii* Passer. 1871 = *Sphaeria tritorulosa* Plowr. 1875 = *Didymosphaeria (Didymella) Fuckeliana* Sacc. 1878 = *Diaporthe tosta* (B. et Br.) Niessl 1881. (F 1033.)
25. *Didymella Drymeia* v. H. n. sp. mit *Phyllosticta drymeia* v. H. auf den männlichen Blütenspelzen von *Carex drymeia*. (F 1034.)
26. *Massariopsis macrosporella* v. H. n. sp. auf *Acer*, von *M. acerina* Rehm durch viel größere Sporen verschieden. (F 1035.)

27. Die Angabe in Österr. bot. Ztschr. 1916, p. 54, Nr. 33, daß *Karstenula hirta* (F.) v. H. Pseudosphaeriaceen-artig gebaut zu sein scheint, ist zu streichen.

28. *Cucurbitaria protracta* Fuck. und *C. acerina* Fuck. sind derselbe Pilz. (F 1046.)

29. *Otthiella Aesculi* v. H. mit *Pyrenochaeta Aesculi* v. H. n. sp. ist vielleicht eine Notreifform einer noch unbeschriebenen *Cucurbitaria*. Eine ganz ähnliche *Otthiella* fand ich auf *Acer*-Zweigen und betrachte sie als Notreifform von *Cucurbitaria protracta* Fuck. (F 1047.)

30. *Apioporthe* v. H. n. G. *(Diaporthee)*. (F 1049.)
Typus: *Apioporthe anomala* (Peck) v. H.
Syn.: *Diatrype anomala* Peck 1876.
Zweite Art: *Apioporthe virgultorum* (Fr.) v. H.
Syn.: *Sphaeria virgultorum* Fries 1823.
Dothidea virgultorum (Fr.) Fuckel 1869.

31. *Diaporthe sorbicola* (Nitschke) Brefeld 1891 = *Diaporthe patria* Speg. 1881 =? *Diaporthe Aucupariae* Haszl. 1892 = ? *Diaporthe Woroniniae* Jacz. 1896. Wächst auf *Sorbus Aucuparia*. (F 1054.)

32. *Diaporthe sorbicola* (Nitschke) v. H. ist davon verschieden und wächst auf *Sorbus Aria* u. Verwandten. Die 32 *Diaporthe*-Arten auf den europäischen Pomaceen und *Prunus* sind sicher viel weniger Arten. (F 1054.)

33. *Diaporthe (Chorostate) Sydowiana* Saccardo 1908 ist *Pseudovalsella thelebola* (Fr.) v. H. (*Melanconis*) und wächst nicht auf *Sorbus Aucuparia*, sondern auf *Alnus*. (F 1054.)

34. *Diaporthe dryophila* Niessl ist identisch mit *D. leiphaemia* (Fr.). Die dazugehörige *Phomopsis* ist sehr variabel, besonders in der Größe der Conidien. (F 1056).

35. *Diaporthe spina* Fuckel ist identisch mit *Gnomonia apiculata* (Wallr.-Fuck.) Winter. Ist eine typische *Gnomonia*. (F 1057).

36. *Leptopeltella pinophylla* v. H. n. sp. auf Nadeln von *Pinus austriaca* am Sonntagsberg in Niederösterreich, hat ein rundes, schwarz beringtes Ostiolum, ist aber trotzdem eine Phacidiales.

37. *Aylographum sarmentorum* de Not. wächst auf *Clematis* und ist von dem gleichbenannten Pilz REHMS auf *Rubus* verschieden.

38. *Phalothrix* Clements 1909 ist gleich *Unguicularia* v. H. 1905.

39. Die Gattung *Cistella* Quélet 1886 muß aufgegeben werden.

40. Die Gattung *Peristomialis* (Phillips) Boud. bleibt erhalten. Monotypisch: *Peristomialis Berkeleyi* Boudier.

41. *Pezizellaster* n. G. von *Pezizella* durch deutliche Randzähne verschieden. Drei Arten: *P. radiostriatus* (Feltg.) v. H., *P. confusus* v. H. und *P. similis* v. H.

42. *Lachnaster gracilis* n. G. et sp. von *Lachnum* sensu Rehm durch zu Schuppen und Randzähnen verwachsenen dünnen spitzen Haaren verschieden.

43. *Peziza petiolorum* Roberge 1842 (= *P. denigrans* Fuckel) ist nur eine Kümmerform von *Rutstroemia firma*.

44. *Peziza Polytrichi* Schumacher hat zu heißen *Sarcoscypha Polytrichi* (Schum.) v. H.

45. Die operculaten Pezizeen müssen zunächst in faserig und parenchymalisch gebaute eingeteilt werden. Zu den faserigen gehören bisher sicher *Sarcoscypha*, *Urnula* (non Rehm), *Pithya*, *Perrotia*.

46. *Lachnea fusispora* v. H. n. sp. auf Fichtenholz in Schlesien hat so wie *L. gregaria* R. und *L. arctispora* Cooke spindelige Sporen.

47. *Lamprospora haemastigma* (Hedw.?) Seaver ist eine in der Sporengröße sehr variable Art. Sporen glatt. Dazu gehören: *Crouania humosa* (Fr.) Fuckel 1869; *Peziza convexella* Karsten 1869; *Crouania carbonaria* Fuck. 1871; *Crouania cinnabarina* Fuckel 1871; *Peziza constellatio* Berk. et Br. 1876; *Barlaeina Strasseri* Bresadola 1905.

48. *Plicaria mirabilis* Rehm 1910 (nomen nudum?) wird beschrieben. Steht der *Pl. violacea* und der *Pl. viridaria* (B. et Br.) Rehm nahe.

49. *Stereolachnea Echinus* v. H. n. G. et sp. Wie *Lachnea*, aber die Borsten sitzen nicht oberflächlich, sondern durchsetzen die ganze Dicke des Excipulums.

50. *Peziza laetissima* Cesati (*Naevia* Fuckel, *Phragmonaevia* Rehm) ist die ganz unreife Frühjahrsform von *Stamnaria Equiseti*.

51. Die Gattung *Lachnella* Fries gehört nach dem Typus: *L. barbata* zu den Cenangieen und ist mit *Cenangiopsis* Rehm 1912 nächst verwandt.

52. *Perrotia flammea* (A. et S.) Boudier (Typus der Gattung) ist eine faserig gebaute, operculate Pezizee und nächstverwandt mit *Urnula melastoma* (Sow.) Boudier. Beide Pilze haben denselben kristallinischen mit Kalilauge sich schön violett lösenden roten Farbstoff.

53. *Lachnella Bresadolae* Strasser 1907 ist alte, entfärbte *Perrotia flammea*.

54. *Lachnella Philadelphi* Rehm 1909 kommt auch auf *Deutzia* vor und besitzt so wie *Lachnella barbata* eigenartige Volva- oder Subiculumartige sterile Fruchtkörper, die von den fertilen durchwachsen werden (s. FUCKEL, MINKS).

55. *Lachnella Lonicerae* Fuckel (non *Peziza Lonicerae* Alb. et Schw.) ist gleich *Peziza pellita* Pers. 1822 = *Lachnella barbata* (Kze.) Fr. v. *pellita* (P.) Fr.

56. *Peziza Chateri* W. Smith in Rehm, Asc. No. 1629 als *Aleuria pseudotrechispora* (Schröt.) v. H. ausgegeben, hat manchmal glatte, meist sehr verschiedenartig verdickte Sporen und verbleicht rasch. Daher wahrscheinlich öfter beschrieben.

57. *Lachnum Noppeneyanum* Feltgen ist keine *Cenangiopsis* Rehm, sondern eine *Pyrenopeziza* mit lanzettlichen hervorragenden Paraphyen: *Pyrenopezizopsis Noppeneyana* (Feltg.) v. H. n. G.

58. *Dasyscypha flavolutea* Rehm 1915 ist eine schlechtentwickelte Altersform von *Lachnella leucophaea* (P.) Boud.

59. *Naevia* Fries 1825 ist ein Synomym zu *Arthonia*; *Naevia* Fries 1849 muß aufgelassen werden; *Naevia* Rehm kann bleiben, muß aber zu den Phacidiaceen gestellt werden, nach den typischen Arten. Sind kleine, vereinfachte Phacidien.

60. *Naevia mollisioides* (Sacc. et Br.) Schröter und *Naevia thithymalina* (Kze) Rehm sind eher kleine *Pyrenopeziza*-Arten.

61. *Peziza carneopallida* Roberge hat *Naevia carneopallida* (Rob.) v. H. zu heißen. REHMS Pilz ist davon verschieden.

62. *Calothyriella pinophylla* v. H. n. G. ist *Calothyrium* Theyssen mit einzelligen Sporen. Auf Föhrennadeln.

63. *Dothidea Juniperi* Demazières ist eine Microthyriacee: *Seynesia Juniperi* (D.) v. H.; die angebliche Nebenfrucht davon in Rabenh., F. europ. Nr. 3345 gehört nicht dazu und hat *Phanerocoryneum glomerulosum* (Sacc.) v. H. zu heißen. Synonym: *Exosporium glomerulosum* (Sacc.) v. H. in Fragm. Nr. 274. *Phanerocoryneum* v. H. ist ganz oberflächliches *Exosporium*.

64. *Dothideopsella salicella* v. H. n. sp. (s. Fragm. Nr. 890), auf *Salix*-Zweigen im Wienerwald.

65. *Dothidea Prostii* Desmaz. (*Didymella* Sacc.) ist eine neue Montagnelleen-Gattung: *Haplotheciella* v. H.: *H. Hellebori* (Chaill.) v. H. Die Nebenfrucht ist *Dothisphaeropsis Hellebori* v. H. mit in der Epidermis rasig eingewachsenen pykniden-artigen Lokuli und kleinen rundlichen einzelligen gefärbten Conidien.

66. *Sphaeria platanoides* Pers. (*Valsa*, *Diaporthe*, *Calospora*, *Pseudovalsa*, *Calosporella*) ist eine typische *Diaporthe*, mit deutlich vierzelligen Sporen, und *Phomopsis platanoides* (Cooke) Died. als Nebenfrucht.

67. *Pleomasseria Carpini* (Fuck.) Sacc. ist nach Wienerwaldexemplaren dictyospor und daher typische *Pleomassaria* (s. Winter, Berlese).

68. *Massarina pomacearum* v. H. n. sp. auf *Crataegus* mit 30—39 u. 11—13 μ großen Sporen.

69. *Massarina eburnoides* Sacc. kommt auch in Deutschland vor, KRIEGER, F. sax. Nr. 376 sub *Massaria eburnea* Tul. auf *Corylus*. *Metasphaeria corylina* Ell. et Holw. 1895 scheint eine kleinersporige Form der Art zu sein. *Massarina eburnea* Tul. auf *Quercus* in KRIEGER, F. sax. 536 ist eine Form von *M. eburnoides*.

70. *Asterina Epilobii* Desm. 1857 hat zu heißen *Venturia Epilobii* (D.) v. H., ganz verschieden von *Venturia maculaeformis* (D.) auf demselben Substrat.

71. *Sphaeria typhicola* Cooke ist keine *Pleospora*, sondern hat *Clathrospora typhicola* (C.) v. H. zu heißen, damit am Sonntagsberg in Niederösterreich gemischt *Phoma typhae* Oudem., wird die Nebenfrucht sein.

72. *Calosphaeria ulmicola* v. H. n. sp. auf *Ulmus*, Wienerwald.

73. *Asteroma Epilobii* Fries 1823 = *Ascospora Epilobii* (Fr.) Jacz. hat zu heißen *Euryachora Epilobii* (Fr.) v. H.

74. *Ascospora* Fries 1825 hat als Typus: *Ascospora Aegopodii* (F.) das ist eine *Oligostroma* Syd. 1914.
Ascospora Fries 1849 hat als Typus: *Ascospora brunneola* Fr. das wird nach JACZEWSKIS Beschreibung eine *Mycosphaerella* sein.

75. Die angeblichen *Phyllachora*-Arten auf Umbelliferen-Blättern sind *Oligostroma*-Arten, mit *Phloeochora* n. G. und *Stictochorella* v. H. n. G. als Nebenfrüchte.
    1. *Oligostroma Podagrariae* (Roth) v. H.
    Syn.: *Sphaeria Podagrariae* Roth.
    Sphaeria Aegopodii β. Persoon.
    Dothidea Podagrariae Fries.
    Ascospora Aegopodii (P.) Fries.
    Phyllachora Aegopodii Fuckel.
    Phyllachora Podagrariae Karsten.
    Sphaerella Aegopodii Potebnia.

Nebenfrüchte: *Phloeochora Podagrariae* (Lasch) v. H. und
Stictochorella Aegopodii (Curr.) v. H.
Syn: *Phyllosticta Aegopodii* (Curr.) Allescher.

2. *Oligostroma Angelicae* (Fries) v. H.
Syn.: *Dothidea Angelicae* Fries.
Asteroma Angelicae Fries.
Phyllachora Angelicae Fuckel.
Nebenfrüchte: *Phloeochora Angelicae* v. H. und
Stictochorella Angelicae (Sacc.) v. H.

3. *Oligostroma Heraclei* (Fr.) v. H.
Syn.: *Dothidea Heraclei* Fries.
Phlyctidium Heraclei Wallroth.
Phyllachora Heraclei Fuckel.
Excipula Heraclei Rabenhorst.
Nebenfrüchte: *Phloeochora Heraclei* (Lib.) v. H. und
Stictochorella Heraclei (F. et D.) v. H.
Syn.: ? *Phyllosticta Heraclei* E. et D.

4. *Oligostroma Morthieri* (Fuck.) v. H.
Syn.: *Phyllachora Morthieri* Fuckel.
Nebenfrucht: *Phloeochora Morthieri* v. H.

5. *Oligostroma Fraxini* v. H.
Nebenfrüchte: *Phloeochora Fraxini* (Ell. et Kell.) v. H.
Syn.: *Cylindrosporium Fraxini* Ell. et Kell.
und *Stictochorella Fraxini* (Berk. et C.) v. H.
Syn.: *Pigottia Fraxini* Berk. et Cooke.

76. *Stictochorella* v. H. Pachystromacee, dothideal, phyllachoroid. Conidien sehr klein, kurzstäbchenförmig.

77. *Phloeochora* v. H. Ähnlich *Phloeospora* aber phyllachoroid.

78. *Sphaeria? Himantia* Persoon ist eine Trabutinee und hat zu heißen *Omphalospora Himantia* (P.) v. H. Die Nebenfrucht ist *Plectophoma Umbelliferarum* v. H. (Fragm. 166). Diese ist aber eine *Stictochorella*, *St. Umbelliferarum* v. H.

79. *Sphaerella Eryngii* (Wallr.) Fuck. *b. Libanotis* Fuck. muß heißen *Euryachora Libanotis* (Fuck.) v. H. Dabei sind *Stictochorella*-Lokuli.

80. *Sphaerella Eryngii* (Fries) ist auch eine *Euryachora*.

81. *Dothidea Anethi* Fries ist eine unreife Phyllachoracee, deren Stroma sich unter der Epidermis entwickelt.

82. *Sphaeria Cicutae* Lasch wird eine Phyllachoracee sein.

83. *Ascospora melaena* (Fries) muß heißen *Omphalospora melaena* (Fr.) v. H.

84. *Asteroma Silenes* Niessl hat *Omphalospora Silenes* (N.) v. H. zu heißen.

85. *Mycosphaerella Jaczewskii* Potebnia und *M. Lathyri* Pot. sind Montagnelleen, zur Gattung *Haplodothis* v. H. (Fragm. Nr. 692) gehörig.

86. Auch *Mycosphaerella brassicicola* (Fr.) und *Sphaerella Fraxini* Niessl sind *Haplodothis*-Arten. So auch gewiß noch andere Arten, woraufhin die Gattung *Mycosphaerella* geprüft werden muß.

87. *Geminispora Mimosae* Pat. ist nach dem Originalexemplare eine Phyllachorinee mit zweisporigen Schläuchen.

88. *Sphaeria strobiligena* Desmazières als *Hariotia*, *Glonium* (*Delphinella*) eingereiht, ist eine hervorbrechende Dothideacee (*Hariotia strobiligena* (Desm.) Karst.

89. *Dothidea polyspora* Brefeld (*Plowrightiella* Sacc., *Pleodothis* Clements) wird auch eine *Hariotia* sein: *H. polyspora* (Bref.) v. H.

90. *Haplosporella longipes* Ell. et Barth. muß *Sphaeropsis longipes* (E. et B.) v. H. heißen, vielleicht nur eine Form der variablen *Sphaeropsis Mori* Berlese.

91. *Aposphaeriopsis Pini-silvestris* (Ferraris) v. H. (Syn.: *Coniothyrium olivaceum* Bon. v. *Pini-silvestris* Ferraris), *Coniothyrium Cedri* Rolland ist verwandt oder identisch.

92. *Allantozythia Kochiae* (Hóllos) v. H. *F. Chenopodii* vom Sonntagsberge in Niederösterreich. Wohl sicher Form von *Rhabdospora Kochiae* Hóllos 1906.

93. *Didymochora betulina* v. H. n. G. et sp. ist die bisher unbekannt gewesene Nebenfrucht von *Euryachora betulina* (Fr.) Schröt. Von *Piggotia asteroidea* B. et Br., der Nebenfrucht von *Systremma Ulmi* (Schleich.) durch die zweizelligen, einzeln stehenden Conidien verschieden.

94. *Plectophoma Juniperi* v. H. (Österr. bot. Ztschr. 1916, 66. Bd. p. 59 Nr. 99) ist eine *Stictochorella* v. H. und gehört wahrscheinlich zu einer *Oligostroma*-Art.

95. *Septoria caricinella* Sacc. et R. muß heißen *Linochora caricinella* (S. et R.) v. H. und ist wahrscheinlich die Nebenfrucht von *Phyllachora Caricis* (Fr.) Sacc. S. Fung. II. p. 625.

96. *Diplodina samaricola* Diedicke dürfte sowie *Linochora* v. H. und *Septoriella* Oud. die Nebenfrucht eines dothidealen, noch unbekannten Pilzes sein: *Septochora samaricola* (D.) v. H. n. G.

97. *Diaporthe rudis* (Fr.) Ntke. hat als Nebenfrucht *Phomopsis rudis* (Fr.) v. H. Syn.: *Sphaeria rudis* Fr. p. p. 1828; *Rabenhorstia rudis* Fr. 1849; *Galeraicta conica* Preuß 1852; *Filaspora*

peritheciaeformis Preuß 1854; ? *Filaspora rudis* Preuß in sched.; *Rhabdospora Preussii* Sacc. 1884; ? *Phoma compressa* Karst. et Hariot 1890. (S. öst. b. Ztschr. l. c. p. 101 Nr. 227).

98. *Phoma syngenesia* P. Brun. 1890 und *Phoma Frangulae* Oud. 1898 sind die *Phomopsis syngenesia* (P. Brun.) v. H., Nebenfrucht von *Diaporthe syngenesia* (Fr.).

99. Von den 10 auf *Ulmus* angegebenen *Diaporthe*-Arten sind 2 auszuscheiden (*D. ciliata* (P.) Sacc. und *D. leucopis* (Fr.) Sacc.). Die verbleibenden 8 Arten sind wahrscheinlich nur Formen von höchstens 5 Arten (*D. discutiens* (Berk.) Sacc. = ? *D. eres* Nke.; *D. perjuncta* Niessl. = ? *D. Malbranchei* Sacc. u. *D. Saccardiana* Kze.; *D. Otthii* Ntke.; *D. Bonafidii* Sacc.; *D. Rehmiana* Starb.

Phomopsis-Arten auf *Ulmus* sind: *Phoma oblonga* Desm. zu *Diaporthe eres* Ntke. gehörig. *Phoma eres* Sacc. muß zu einer anderen *Diaporthe* gehören. *Phoma Malbranchei* Sacc. soll zu *D. Malbranchei* Sacc. gehören. *Libertella Ulmi-suberosae* Oud. ist gewiß eine *Phomopsis*.

Phomopsis inclusa v. H. auf *Ulmus* im Wienerwald ist die einzige mir bekannte *Phomopsis* mit vollkommen umschließender Saumlinie. Sie entspricht demnach der Gattung *Leucocytospora* v. H. und bildet die Gattung *Leucophomopsis* v. H.

100. *Phoma Spiraeae* Desmaz. 1830 ist eine typische *Phomopsis* *Phoma opulifoliae* Cooke ist davon nicht verschieden. *Phoma Sorbariae* Sacc. die Nebenfrucht von *Diaporthe Sorbariae* Ntke. wird derselbe Pilz sein.

101. *Phoma semiimmersa* Sacc. 1880,[1] offenbar gleich *Phoma fructigena* P. Br. ist eine *Phomopsis*. *Cytosporina Crataegi* Allesch. ist vielleicht die Form davon mit fädigen Hackenconidien.

102. *Phomopsis occulta* (Sacc.) Trav. kommt nicht bloß auf Fichtenzapfenschuppen, sondern auch auf Tannenrinde vor. *Diaporthe pithya* Sacc. 1875 dürfte nur eine Form von *D. occulta* Fuck. 1869 sein. *Phomopsis Thujae* v. H. ist vielleicht nur eine Form von *Ph. occulta* (Sacc.) oder *Ph. conorum* (Sacc.) v. H.

103. *Diaporthe samaricola* Ph. et Pl. hat als Nebenfrucht *Phomopsis Samarorum* (Desm.) v. H. = *Phoma Samarorum* Desm. 1828 = *Phoma pterophilum* (Ntke.) Fuck. fast alle Exsiccate dieses Pilzes sind falsch, nur RABH., F. europ. Nr. 2353 ist richtig.

104. *Diaporthe* hat als Nebenfruchtgattungen: *Phomopsis* Sacc.; *Phomopsella* v. H. (1 Art); *Malacostroma* v. H. (3 Arten;

Cyclophomopsis v. H. (1 Art); *Leucophomopsis* v. H. (1 Art). *Myxolibertella* v. H. ist *Phomopsis* ohne Stroma und mit beiden Conidienformen.

105. *Discula pomacearum* v. H. n. sp. auf *Crataegus*.

106. *Phaeophomopsis Hederae* (Desm.) v. H. Syn.: *Phoma Hederae* Desm. 1828, ? *Melanconium Hederae* Preuß 1853. Bau wie *Phomopsis*, Conidien länglich, gefärbt.

26. Bruno Schröder: Schwebepflanzen aus dem Wigrysee bei Suwalki in Polen.

(Mit Tafel V.)

(Eingegangen am 19. März 1917.)

Von Herrn Professor Dr. FERDINAND PAX, Kustos des Zoologischen Museums in Breslau, z. Zt. Mitglied der Landeskundlichen Kommission beim Generalgouvernement Warschau, erhielt ich unter anderem drei Planktonproben zur Bearbeitung, die sein Assistent, Herr J. STOLZ, am 24. August 1916 aus dem Wigrysee, südwestlich des Klosters Wigry bei Suwalki, gesammelt und in Formol konserviert hatte.

Ueber die oro- und hydrographischen Verhältnisse dieses mir unbekannten Gewässers gaben folgende Quellen Auskunft: 1. die Generalstabskarte der Umgebung von Suwalki[1]), 2. eine Arbeit von KULWIEĆ (1) und 3. sehr dankenswerte briefliche und mündliche Mitteilungen der obengenannten Herren der Landeskundlichen Kommission.

Der Wigrysee gehört danach zu den größeren Moränenseen des Baltischen Höhenzuges, von denen er gleich einigen anderen bei Olita am weitesten nach Osten gegen das Flußtal des Njemen vorgeschoben ist. Er liegt etwa 9 km südsüdöstlich von Suwalki in 132 m Höhe und besteht aus zwei knieförmig gegeneinander gebogenen Teilen, deren südlicher von Westen nach Osten, und deren nördlicher von Süden nach Norden zu geht, so daß der See einen

1) Karte des westlichen Rußlands. M. 25, Suwalki, Kartograph. Abteil. d. Königl. Preuß. Landes-Aufnahme. Druck 1915.

nach Nordwesten geöffneten Winkel bildet. Eine Anzahl teilweise breiter, vorspringender Halbinseln engen ihn zu einem mehr schmalen als breiten Gewässer ein. Im südlichen Teile liegen mehrere Inseln. Kleinere, benachbarte Seen stehen mit ihm durch Wasserabläufe in Verbindung, und außerdem erhält er noch Zufluß durch die Hańcza, die, von Nordwesten kommend dicht um Suwalki herumfließt und die wasserreichere Czarna Hańcza, die von Osten her bei dem Orte Wigry mündet. Ein oberirdischer Abfluß des Sees ist nicht vorhanden. Die Seeufer sind teils steil und mit Nadelwald bewachsen oder kahle Hänge, teils — namentlich im Norden — mehr oder weniger sumpfig-moorige Wiesen. Die Größe des Sees beträgt nach KULWIEĆ 4368 Morgen. Seine größte Tiefe mißt 42 m, die mittlere des nördlichen Teiles 21 m. Die Oberflächentemperatur des Wassers betrug an einem Tage im Sommer 1903 + 14°, in tieferen Schichten + 8°. Das Wasser war nach Angaben der Herren PAX und STOLZ, abgesehen von dem damaligen Vorkommen einer „Wasserblüte", rein und klar, so daß man das Planktonnetz noch in Tiefe von 5 m sehen konnte. Den Seegrund bedeckte feiner, weißlicher Schlamm, bestehend aus vermodernden organischen Resten und aus mehr oder weniger zertrümmerten Kalkschalen einer Muschel, der Dreissena polymorpha Pall. Unter dem Seeschlamme liegt zäher, toniglettenartiger Boden. Der Pflanzenwuchs auf dem Boden des Sees ist spärlich. In seinem Nordteil wird in 1—4 m Tiefe *Chara fragilis* Desv. angegeben, was nach MIGULA (2) pag. 266 auch ein Zeichen der relativen Reinheit des Wassers ist. Sonst wachsen von untergetauchten Pflanzen an einigen Stellen noch *Batrachium aquatile* E. Mey., *Ceratophyllum demersum* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Stratiothes*, *Potamogeton lucens* L. und *P. pusillus* L. sowie *Elodea*, während sich am Ufer ein nur an wenigen Orten entwickelter Streifen von *Phragmites* und *Calamus* hinzieht. Ausführlichere Angaben über die Hydrographie und die Flora des Wigrysees und seiner Umgebung findet man bei KULWIEĆ l. c. Wie mir Herr PAX mitteilte, kommen von zoologischen Merkwürdigkeiten im Plankton des Sees noch die Cladoceren Bythotrephes longimanus Leydig und die für Deutschland bisher nur aus dem Selmentsee bei Lyck sicher nachgewiesene Daphnia longispina var. cristata (G. O. Sars) Lilljeborg vor.

Das Phytoplankton tritt in den von mir untersuchten Proben gegen das Zooplankton quantitativ ungemein zurück. Es fällt nur durch die bläulich-grüne „Wasserblüte" von *Anabaena flos-aquae* auf; sonst ist es relativ arm an Arten und Individuen, wie folgendes Verzeichnis der gefundenen Schwebepflanzen zeigt:

(hh = sehr häufig, h = häufig, ns = nicht selten, s = selten und ss = sehr selten.)

	I. Schizophyceae.			IV. Conjugatae.	
1.	*Chroococcus limneticus* Lemm.	ns	17.	*Gonatozygon monotaenium* De By.	ss
2.	*Aphanocapsa elachista* West	ss	18.	*Cosmarium Phaseolus* Bréb.	s
3.	*Microcystis aeruginosa* Kütz.	h	19.	*Staurastrum paradoxum* Meyen.	ss
4.	*M. flos-aquae* (Wittr.) Kirchn.	ss	20.	*S. planctonicum* W. et G. S. West.	ss
5.	*Coelosphaerium Kützingianum* Näg.	ss		V. Chlorophyceae.	
6.	*C. dubium* Grun.	s	21.	*Pandorina Morum* Bory	ns
7.	*Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Bréb.	hh	22.	*Eudorina elegans* Ehrh.	h
	II. Flagellata.		23.	*Coccomyxa lacustris* Chodat	ss
8.	*Dinobryon cylindricum* var. *divergens* (Imhof) Lemm.	ns	24.	*Sphaerocystis Schröteri* Chodat	h
9.	*Hyalobryon Voigti* Lemmerm.	s	25.	*Gloeocystis planctonica* W. et G. S. West	ss
10.	*Characium De Baryanum* Hansg	h	26.	*Oocystis pelagica* Chodat	ss
11.	*Peridinium Westi* Lemm. (?)	s	27.	*Botryococcus Brauni* Kütz.	ns
12.	*Ceratium hirundinella* O. F. Müller.	h	28.	*Ankistrodesmus Pfitzeri* (Schröder) G. S. West	ss
	III. Bacillariaceae.		29.	*Richteriella botryoides* Lemm.	ss
13.	*Melosira varians* Ag.	ss	30.	*Crucigenia rectangularis* (A. Braun) Gay	ss
14.	*Asterionella formosa* Hassal	ns	31.	*Pediastrum duplex* Meyen	ss
15.	*Eunotia lunaris* var. *planctonica* Lemm.	ns	32.	*P. Boryanum* Menegh.	s
16.	*Fragilaria Krotonensis* Kitton.	h	33.	*Coelastrum microporum* Näg.	ss

Aus diesem Verzeichnis geht hervor, daß also nur *Anabaena* sehr häufig ist, im übrigen treten nur *Microcystis aeruginosa, Characium De Baryanum, Ceratium hirundinella, Fragilaria Krotonensis, Eudorina elegans* und *Sphaerocystis Schröteri* häufiger auf. Alle anderen Schwebepflanzen wurden jedoch nur selten beobachtet oder selbst bei vielfacher Durchmusterung der Proben bloß ein oder zweimal aufgefunden. Dagegen fehlen eine ganze Anzahl für die baltischen Seen charakteristischer Arten, z. B. solche von *Cyclotella*, ferner die planktonischen Melosireen (*M. granulata, crenulata* und *Binderiana*), außerdem *Synedra delicatissima* und *Diatoma tenue* var. *elongata*. Auch *Rhizosolenia*-Arten des Süßwassers und *Atheya* werden vermißt. Ebenso von grünen Algen: *Actinastrum-Dictyosphaerium-* und *Scenedesmus*-Arten, die KRAUSE (3) und ich (4) früher in den preußischen Seen des Baltischen Höhenzuges fanden. Ob diese Algen überhaupt auch zu anderer Zeit nicht im Wigrysee vorkommen, müssen weitere Untersuchungen ergeben.

Zu einigen der nachgewiesenen Schwebepflanzen ist noch mancherlei zu bemerken.

Von *Ceratium hirundinella* sind im Wigrysee am 24. August 1916 an ein und demselben Orte und zu einer bestimmten Stunde in einer Probe drei verhältnismäßig gut unterscheidbare Formentypen vorhanden gewesen, die ich auf Tafel V, Fig. 1—24, in gleicher

ıge der Zellen bei gleicher Vergrößerung dargestellt habe. Es ıden sich darunter 1. solche mit nur 2 Antapikalhörnern (Fig. 1—6), solche mit zwei normalen Antapikalhörnern und einem dritten dimentären (Fig. 7—13) und 3. solche mit drei normalen Antakalhörnern (Fig. 14—24). Dieselben drei Formentypen habe ich ıch in Planktonproben aus dem Kochelsee und aus dem Walchensee Bayern, die ich Herrn Professor Dr. C. ZIMMER, 2. Direktor Zoolog. Staatssammlungen in München verdanke, wiedergefunden. ım Vergleich habe ich eine Tabelle angefertigt, die zeigen soll, e sich unter 100 von mir gezählten Exemplaren die Verteilung der .hl der Antapikalhörner stellt:

Tabelle I. Zahl der Antapikalhörner von 100 Exemplaren:

Nr.	Name des Sees, Datum der Probeentnahme, Meereshöhe und Breitengrad	2 Hörner	2 Hörner u. ein rudimentäres 3. Horn	3 Hörner
1.	Kochelsee. 14. VIII. 1916. 600 m 48 ° n. Br.	66	27	7
2.	Walchensee. 17. VIII. 1916. 800 m 48 ° n. Br.	21	37	42
3.	Wigrysee. 24. VIII. 1916. 132 m 54 ° n. B.	32	27	41

Im Wigrysee überwiegen also ebenso wie im Walchensee die Formen mit 3 Antapikalhörnern, im Kochelsee dagegen sind diese Formen nur mit 7 % vertreten, während in letzterem die mit 3 Antapikalhörnern am häufigsten sind.

Recht verschieden sind auch die Dimensionen in der Länge und Breite der Zellen von *Ceratium hirundinella* in den genannten drei Gewässern an den bezeichneten Fangtagen, wie folgende Tabelle erweist:

Tabelle II. Längenverhältnisse der Zellen von je 50 Exemplaren von *Ceratium hirundinella*.

Nr.	μ	97	112	118	123	129	134	140	145	152	157	162	168	174	179	184	190	230	252
1.	Kochelsee	10	6	13	7	7	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Walchensee	3	6	1	1	0	0	2	3	7	4	4	11	2	2	3	1	0	0
3.	Wigrysee	1	2	4	2	2	8	10	4	9	0	0	3	0	1	0	1	2	1

Die Grenzwerte der Längen der Zellen sind im Wigrysee also 97 und 252 μ. Im Hinblick auf die Messungen von Individuen aus noch anderen Seen als obigen dreien, die BACHMANN (7) pag. 69—72 gibt, sind die Formen aus dem Wigrysee und namentlich aus dem Kochelsee (97—140 μ) nur von geringer Größe, denn die bisher ermittelten Grenzwerte liegen zwischen 92 und 400 μ.

Tabelle III. Breitenverhältnisse der Zellen von je 50 Exemplaren von *Ceratium hirundinella*:

Nr.	μ	35	42	44	49	50	52	53	55	56	59	63
1.	*Kochelsee*	0	1	2	12	5	6	7	2	14	1	0
2.	Walchensee	0	4	0	10	0	7	4	3	14	6	2
3.	Wigrysee	1	6	7	11	1	7	2	1	8	4	2

Die Grenzwerte der Breiten der Zellen aus dem Wigrysee betragen 35 und 63 μ, und sie haben keine so große Amplitude wie die der Längen.

Vergleicht man außerdem diese Zahlen und meine Figuren 1—24 mit den Angaben und Zeichnungen der *Ceratium hirundinella*-Formen anderer Autoren wie BRUNNTHALER (5), LEMMERMANN (6), BACHMANN (7) und JADWIGA WOŁOSZYŃSKA (8), so sieht man, daß fast sämtliche von mir angegebenen Formen aus dem Wigrysee denen aus alpinen, mitteleuropäischen oder nordischen Seen nahestehen oder vielfach sogar auffallend mit ihnen übereinstimmen. BACHMANN hat l. c. pag. 73—75 hinsichtlich der mannigfach variierenden Form der Zelle dieser *Ceratium*-Art sieben Formentypen aufgestellt, ohne sie jedoch als besondere Varietäten zu bezeichnen. Von ihnen kommen in einer Planktonprobe aus dem Wigrysee nicht weniger als 6 vor. Meine Fig. 1—6 entsprechen der *Carinthiacum*-Form, Fig. 7—12 der *Austriacum*-Form, Fig. 17 der *Gracile*-Form, Fig. 18 der *Robustum*-Form, Fig. 19 der *Scotticum*-Form und Fig. 21—24 der *Piburgense*-Form bei BACHMANN (l. c. pag. 74). Dadurch ist der Nachweis erbracht, daß die Aufstellung von Lokalvariationen von *Ceratium hirundinella* für bestimmte Gewässer, wie es früher versucht wurde, keine Berechtigung hat.

Wiederholt sind auch für verschiedene Gewässer, namentlich Teiche und Altwässer von Flüssen in Mitteleuropa, Temporal-Variationen dieses *Ceratiums* festgestellt worden, so auch neuerdings durch J. WOŁOSZYŃSKA an den Formen aus dem Teiche

anów bei Lemberg. Nach ihr (8) pag. 300 haben dort die Frühjahrs- nd Herbstformen zwei Antapikalhörner, die Sommerformen aus em Juni und Juli deren drei. Würde im Wigrysee etwas Aehnliches er Fall sein, so könnte man sich das in ihm gleichzeitige Auftreten reier Formentypen nur so erklären, daß zur Zeit der Probeentnahme ie zweihörnigen Frühjahrsformen (mit 32 %) noch nicht ganz erschwunden, die normale dreihörnige Sommerform (mit 41 %) ber schon verbreitet war, während der Typus mit dem rudimentären ntapikalhorn (mit 27 %) als noch vorhandene Uebergangsform aufzu- ssen wäre. Da Proben aus dem Frühjahre und aus dem Herbste 916 von dort nicht zur Untersuchung kommen konnten, so läßt ich über Temporalvariationen im Wigrysee nichts Bestimmtes agen. Ich halte sie nicht für wahrscheinlich. Sie fehlen nach BACH- IANN (7) auch im Vierwaldstättersee, wo das ganze Jahr hindurch leine und große Formen mit zwei oder drei Antapikalhörnern anzu- eifen sind, *Ceratium hirundinella* also eine perennierende Pflanze ist, ährend es nach meinen früheren Mitteilungen (4) über die preußi- chen Seen dort nur in der wärmeren Zeit des Jahres vorkommt, n Winterplankton aber fehlt. Weil es uns an ausführlicheren Unter- uchungen über die Variabilität von diesem *Ceratium* fehlt, so muß is jetzt, wie J. WOŁOSZYŃSKA (8) pag. 301 mit Recht sagt, „die rage nach dem ursächlichen Zusammenhang zwischen der Formen- iannigfaltigkeit von *Ceratium* und den ökologischen Faktoren och offen" bleiben. In der Entwicklung des dritten Antapilkalhornes eht J. WOŁOSZYŃSKA (9) eine Anpassungserscheinung, um durch ergrößerung der Schwimmfläche ein besseres Schwebevermögen u erlangen. Das ist an sich richtig. Andererseits hat aber auch *eratium* durch seine Längsgeißel die Fähigkeit, aktive Bewegungen iszuführen. Ich kann mir nicht denken, daß für ein Individuum on der *Piburgense*-Form (siehe meine Fig. 23 und 24) die Aus- ldung eines dritten Antapilkalhornes der Vorwärtsbewegung wie der Rotation der Zelle wirklich förderlich sein könnte, so daß, wie J. WOŁOSZYŃSKA l. c. pag. 1280 meint, „die entstandene vier- hörnige Art wird besser an das Planktonleben angepaßt sein", als die dreihörnige, an das Schweben wohl, aber an die Fortbewegung keineswegs.

Die im Plankton des Wigrysees aufgefundenen Desmidiaceen sind ausnahmslos auch schon in anderen Gewässern als Schwebe- pflanzen gefunden worden *Gonatozygon monotaenium* De By. hatte eine Länge von 102 μ, eine Breite von 8,5 μ, und an den Enden war es 10 μ breit. Die Zellen zeigten auch die eigentümliche der Kopulation vorausgehende Krümmung der einen Zellhälfte, die auch DE BARY

(10) Tafel IV, Fig. 24, abbildet. In jeder Zellhälfte waren nur drei Pyrenoide vorhanden. Die von mir beobachteten Formen von *Cosmarium Phaseolus* Bréb. wichen in ihrem Aussehen von vorn von der typischen Form bei RALFS (11) Tafel 32, Fig. 5, dadurch ab, daß ihr Scheitel in der Vorderansicht nicht konvex, sondern mehr abgeflacht und meist fast gerade ist. Eine solche Form gibt KLEBS (12) pag. 35, Tafel 3, Fig. 41 aus einem Teiche in Ostpreußen an. Eine Papille war auf den Zellhälften nicht vorhanden. Länge und Breite der Zellen betrugen 26 μ, die Breite am Isthmus 11 μ. *C. Phaseolus* scheint häufiger im Plankton aufzutreten. Auch ein *Cosmarium*, das BACHMANN l. c. Tafel 5, Fig. 1 abbildet, aber pag. 199 als *C. Botrytis* bezeichnet, dürfte hierher gehören. Ebenso wird auch *Staurastrum paradoxum* Meyen häufig als planktonisch angegeben. Dagegen ist *Staurastrum pelagicum* W. et G. S. West (11) pag. 46, Taf. 2, Fig. 26 und 27, bisher nur aus Seen von Irland und auf Island bekannt geworden. Vielleicht ist es eine nordische Form. Ich fand sie im Wigrysee nur einmal, aber in ganz typischer Gestalt. Die Zellen waren ohne Stacheln 36 μ lang. Ihre Breite betrug ohne Stacheln 42 μ, mit ihnen 68 μ und am Isthmus 13 μ.

Von den gefundenen Flagellaten gehörte *Dinobryon cylindricum* var. *divergens* (Imhof) Lemm. zu den mehr gespreizten als buschigen Sommerformen. Die Einzelgehäuse glichen den Abbildungen bei PASCHER (12) Heft 2, pag. 78, Fig. 127 a—d. Auch ein *Peridinium* war im Plankton des Wigrysees sehr spärlich vertreten. Wegen Mangel an Material konnte ich mich aber von der Anordnung und Zahl der Apikalplatten nicht genau überzeugen; deshalb bin ich über die Identität dieses *Peridiniums* mit dem vom LEMMERMANN (6) pag. 676, Abb. pag. 651, Fig. 21—28 noch im Zweifel. Die Form der Zelle, ihre Maße und die Anordnung und Gestalt der Platten auf der Vorder- und Hinterseite stimmen mit LEMMERMANN's Angaben gut überein, aber durch deutliche Areolierung der Tafeln erinnert es an die *Var. areolatum* Lemm. mehr, als an den Typus, dessen Platten mit gewundenen, oft verzweigten Leisten besetzt sind. Länge und Breite der von mir beobachteten Exemplare betrugen 46 μ.

Bemerkenswert für das Plankton des Wigrysees ist das in den untersuchten Proben mehrfache Vorkommen von solchen Mikroorganismen, die sich auf Pflanzen und Tieren mit schwebender Lebensweise ansiedeln. Ich habe sie anderen Ortes (15) als Planktonepibionten bezeichnet und versucht, die bis dahin bekannten zu einer systematisch-biologischen Übersicht zusammenzustellen. Bei den meisten dieser Vereinigungen ist es noch nicht

möglich, zu sagen, ob wir es mit Parasitismus oder mit Symbiose im eigentlichen Begriffssinne oder mit anderen noch unbekannten Biocoenosen zu tun haben. Gleichzeitig mit mir hat PASCHER (16) auf die Notwendigkeit hingewiesen, diesem Zusammenleben von Epibionten und Planktonten, das bisher wenig berücksichtigt worden ist, eine größere Beachtung zu schenken. Er bezeichnet eine Vereinigung von Blaualgen mit Bakterien oder Flagellaten als Bakterio- oder Monadosyncyanosen. Ferner fand er solche zwischen einer *Anabaena* und einer Chroococcacee, nämlich dem *Cyanodictyon endophyticum* Pascher, sowie zwischen einer Grünalge (vielleicht einem *Dictyosphaerium*, d. Verf.) und einer Chamaesiphonacee, der *Cyanotheca longipes* Pascher. Die Blau- wie die Grünalge dieser Vereinigungen können wegen ihres Farbstoffes als Sauerstoffproduzenten für ihren Symbionten mehr oder weniger in Betracht kommen, während er in seiner Gallert der Alge einigen Schutz bietet, wie dies bei der als „Raumparasit" bekannten *Anabaena Azollae* Strasburger der Fall ist. Bei Bakteriosyncyanosen können die Spaltpilze auch von den Zerfallprodukten der Hüllgallerte leben, denn es ist eine oft auftretende Tatsache, daß die sich zersetzende Hüllgallerte von *Hyalotheca* mit Bakterien dicht besetzt ist. Vielfach suchen Epibionten durch Anheftung ihres Körpers an sich frei fortbewegende Planktontiere Ortsveränderung zu erhalten, entweder um bessere Ernährungsverhältnisse oder um eine größere Verbreitung ihrer Art zu erreichen.

Von Planktonepibionten fanden sich im Wigrysee nicht weniger als fünf, von denen vier nur Schwebewesen bewohnen nämlich *Hyalobryum Voigti*, *Salpingoeca frequentissima*, *Eunotia lunaris* var., *planctonica* und *Characium De Baryanum*, dagegen einer, Vorticella nebulifera, außer auf Planktonten noch auf festsitzenden Substraten vorkommt.

Eine Monadosyncyanose im Sinne PASCHERs[1]) ist das Zusammenleben von *Hyalobryon Voigti* mit *Microcystis aeruginosa*. Diese Chrysomonadine lebt in der dicken Gallerthülle, welche die Kolonien der Blaualge umgibt. Meist finden sich von *Hyalobryon* eine größere Anzahl von Exemplaren, die sich mehr oder weniger radiär verteilt haben. Ihre zarten, für gewöhnlich nicht oder nur wenig sichtbaren Gehäuse konnte ich durch Färbung mit Methylenblau erkennbar machen. Dabei treten auch das winzige Stielchen und die dicht

---

[1]) Auch BACHMANN l. c. beobachtete eine solche zwischen *Chlamydomonas inhaeresn* und *Anabaena* ,pag. 181, Taf. 1, Fig. 8.

anliegenden Zuwachsringe deutlich hervor. Die Gehäuse waren 30 μ lang, am hinteren Ende 6 μ, an dem vorderen dagegen nur 3 μ breit.

Auf *Asterionella formosa* und auf *Fragilaria Krotonensis* fand ich öfter *Salpingoeca frequentissima*, eine Craspedomonadacee, die stets in der Nähe des proximalen Endes der *Asterionella*-Zelle saß, also dort, wo die Strahlen des Sternchens durch Gallertpolster zusammenhängen und der Organismus am meisten geschützt ist. ROUPPERT (17) gibt davon eine gute Abbildung, Tafel 2, Fig. 1—5 Bei *Fragilaria* hatten sich aus gleichem Grunde die Individuen von *Salpingoeca* meist ziemlich in der Mitte des Zellbandes festgesetzt. Dieses Zusammenleben läßt sich als Monadosynbacillariose bezeichnen.

Recht häufig kam *Characium De Baryanum* auf Cyclops- und Diaptomus-Arten, manchmal auch auf Polyanthra platyptera vor, jedoch niemals auf Daphniden, Bosminen, Nauplius-Stadien usw. Seine schon seit längerer Zeit bekannte Vereinigung mit diesen Tieren stellt eine Chlorophyceosynzoonose dar.

Ein seltener Fund ist *Eunotia lunaris* var. *planctonica*, die meines Wissens nur aus dem Schliersee in Bayern bekannt ist, wo sie LEMMERMANN (18) entdeckte und ausschließlich auf ausgewachsenen Exemplaren von Cyclops und Diaptomus, nicht aber auf anderen Crustaceen, Nauplien oder Rädertieren vorfand (pag. 328, Fig. 22 und 23). Dieselbe noch unerklärliche Auswahl des Trägers trifft diese Bacillariacee auch im Wigrysee. Hier sitzt sie mit einem Gallertpolster nicht selten in Kolonien von dichten Büscheln, die aus 10 bis 20 und mehr Individuen bestehen, an den genannten Crustaceen und zwar meist am Abdomen, seltener am hinteren Cephalothorax oder an den Ruderantennen oft in Gesellschaft mit *Characium* fest. Bei reichlicher Besiedelung ihres Trägers werden sie dessen ruckweise erfolgenden Schwimmbewegungen immerhin einigermaßen behindern, durch die periodischen Wanderungen dieser Kruster ist ihnen aber ein Wechsel ihres Aufenthaltsortes gewiß, der ihnen vielleicht einige Vorteile bringt. In meiner Zusammenstellung der Planktonepibionten (15) konnte ich schon fünf derartige Fälle von Vereinigungen von Bacillariaceen mit Tieren anführen. Sie würden als Bacillariosynzoenosen aufzufassen sein.

Das Vorkommen von Vorticella nebulifera Ehrb. auf den Schleimlagern von *Anabaena flos-aquae*, die im Wigrysee oft von bis 8 Exemplaren dieser Infusores befallen war, ist anderweitig schon

mehrfach angegeben worden, ebenso, daß sie sich auch auf toten Objekten und anorganischen Substraten festsetzt.

Breslau, den 6. März 1917.

Literaturverzeichnis:

1. KULWIEĆ, K., Materyały do Fizyografii jeziora Wigierskiego, in Pamietnik fizyograficzny Band 18, V. Teil, pag. 1—42, und Tafel 1—3. Warschau 1904.
2. MIGULA, W., Kryptogamen-Flora von Deutschland Deutsch-Oesterreich und der Schweiz. Algen, Band II, 2. Teil. Gera, R. 1909.
3. KRAUSE, F., Planktonproben aus ost- und westpreußischen Seen, in: Archiv f. Hydrobiol. u. Planktonkunde, Band 13, Heft 2. Stuttgart 1906.:
4. SCHRÖDER, BR., Das Pflanzenplankton preußischer Seen, in: SELIGO, A., Untersuchungen in den Stuhmer Seen. Danzig 1900.
5. BRUNNTHALER, J., Die Algen und Schizophyceen der Altwässer der Donau bei Wien, in: Verhandl. d. k. k. zoologisch-botan. Gesellsch. in Wien 1907.
6. LEMMERMANN E., Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. III. Band: Algen I. Leipzig 1910.
7. BACHMANN, H., Das Phytoplankton des Süßwassers, mit besonderer Berücksichtigung des Vierwaldstättersees. Luzern (ohne Jahreszahl).
8. WOLOSZYŃSKA, J., Ueber die Variabilität des Phytoplanktons der polnischen Teiche I., in: Bulletin de l'Akadémie des sciences. Class. math. et nat. série B. Krakau 1911.
9. Dies., Ueber die Süßwasserarten der Gattung *Ceratium*, in: Odbitka z czasopisma Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika Kosmos 38. Lemberg 1913. (Mit deutscher Zusammenfassung.)
10. DE BARY, A., Untersuchungen über die Familie der Conjugaten. Leipzig 1858.
11. RALFS, J., The British Desmidieae. London 1848. (Auszug von WEISSFLOG.)
12. KLEBS, G., Ueber die Formen einiger Gattungen der Desmidiaceen Ostpreußens, in: Schriften d. physik.-ökonom. Gesellsch. Band V, T. 22. Königsberg 1879.
13. WEST, W., and G. S., A contribution to the freshwater algae of the north of Ireland, in: Transact. of the Royal Irish Akademy, Vol. 32, Sect. B, Part. 1. Dublin 1902.
14. PASCHER, A., Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz, Heft 2, Flagellaten II. Jena 1913.
15. SCHRÖDER, BR., Ueber Planktonepibionten, in: Biol. Centralblatt Band 34, Nr. 5. Leipzig 1914.
16. PASCHER, A., Ueber Symbiosen von Spaltpilzen und Flagellaten mit Blaualgen, in: Ber. d. Deutschen bot. Gesellsch. Band 32. Berlin 1914.
17. ROUPPERT, K., K., Ueber zwei Planktondiatomeen bewohnende Flagellaten, in: Odbitka z czasopisma Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika Kosmos 38. Lemberg 1913 (Mit deutscher Zusammenfassung).
18. LEMMERMANN, E., Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen, in: Archiv f. Hydrobiol. u. Planktonkunde Band V. Stuttgart 1910.

Erklärung der Tafel V.

(Sämtliche Figuren von *Ceratium hirundinella* sind vom Verfasser nach Material aus ein und derselben Planktonprobe aus dem Wigrysee vom 24. August 1916 mit einem ABBE.schen Zeichenapparat bei gleicher Körperlage der Zellen und 300facher Vergrößerung entworfen worden. Fräulein H. LIMPRICHT war so freundlich, die Tafel zu zeichnen.)

Fig. 1—6. Varietäten der *Carinthiacum*-Form mit 2 Antapikalhörnern.

Fig. 7—13. Solche der *Austriacum*-Form mit 2 Antapikalhörnern und einem dritten rudimentären, das bei Fig. 7 nur schwach angedeutet ist.

Fig. 14—16. Uebergangsformen zur *Gracile*-Form mit 3 normalen Antapikalhörnern.

Fig. 17. Die *Gracile*-Form.

Fig. 18. Die *Robustum*-Form.

Fig. 19. Die *Scotticum*-Form.

Fig. 20—22. Uebergangsformen.

Fig. 23 u. 24. Die *Piburgense*-Form.

---

27. Peter Stark: Über den Einfluß von Kontaktreizen und mechanischem Reiben auf das Wachstum und den Turgeszenzzustand von Keimstengeln.

(Mit 3 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 19. März 1917.)

In meiner früheren Arbeit über Kontaktreizbarkeit (12) habe ich die Frage offen gelassen, auf welche Weise die tropistische Krümmung an der Pflanze vollzogen wird. Es lag zwar die Vermutung nahe, daß sich die Keimstengel und sonstigen berührungsempfindlichen Pflanzenorgane im Prinzip ähnlich verhielten wie die Ranken. Sicher war dies aber keineswegs, und auf alle Fälle bedurfte die Frage einer Nachprüfung. Es zeigte sich nun sehr bald, daß es bei einer solchen Untersuchung besonderer Vorsichtsmaßregeln bedarf. Werden nämlich die Wachstumsmessungen in einem verhältnismäßig trockenen Raum — bei 40 % Luftfeuchtigkeit etwa — ausgeführt, dann verursacht einseitiges Reiben mitunter zwar eine leichte Beschleunigung, manchmal aber auch einen Wachstumsstillstand oder sogar eine Verkürzung der markierten Zone bis um 10 %. Trotzdem spielt sich auch in diesem Falle eine Krümmung ab, die aber offenbar bloß die Folge eines Erschlaffungsprozesses ist,

denn mitunter sinken die Keimlinge vollständig welk zur Erde hernieder. Es hat sich dann im weiteren Verlaufe gezeigt, daß dieses Erschlaffen bedingt ist durch die oberflächliche Entfernung von Wachsschichten, daß wir es hier also keineswegs mit einer Reizerscheinung zu tun haben. Natürlich kann dieser Vorgang das haptotropische Reaktionsbild in all jenen Fällen beeinflussen, wo die Atmosphäre nicht vollständig wasserdampfgesättigt ist. Es ergab sich für uns also die doppelte Aufgabe: 1. die Kontaktkrümmungen in reiner Form — mit Ausschluß der Welkungsvorgänge — zur Darstellung zu bringen und 2. die auffälligen Erschlaffungserscheinungen in ihrer Genese und Bedingtheit näher zu verfolgen. Darnach gliedert sich die folgende Untersuchung in zwei selbständige Abschnitte.

Die Experimente fanden im botanischen Institut in Leipzig statt. Wiederum bin ich Herrn Geheimrat PFEFFER für mannigfache Anregungen, ferner Herrn cand. rer. nat. RÖBER für die Ueberlassung einiger Versuchsdaten zu Dank verpflichtet.

I. Untersuchungen über den haptotropischen Krümmungsvorgang unter Ausschluß der Transpiration.

Die später näher zu begründende Tatsache, daß einseitiges Reiben allein schon infolge mechanischer Umstände einen bestimmt gerichteten Krümmungsvorgang herbeizuführen vermag, könnte zu der Ansicht verleiten, daß der Haptotropismus in manchen Fällen überhaupt nur vorgetäuscht war. Allerdings boten sich schon in der früheren Arbeit Anhaltspunkte dafür, daß ein solcher Einwand keineswegs stichhaltig ist. Ich möchte nur einige der wichtigsten Daten ganz kurz anführen. Es sind dies

1. die Tatsache, daß sich die Krümmungen auch unter Wasser vollziehen (*Agrostemma, Cannabis*);
2. daß sie auch dann zutage treten, wenn bloß einmal mit einem feuchten Gelatinestäbchen gerieben oder der Keimling mit einem Gelatinepanzer überzogen worden ist;
3. daß bei *Panicum* schon einmaliges einseitiges Streichen eine Reaktion auslöst, während bei 100maligem beiderseitigen Reiben keinerlei Erfolg erzielt wird.

Zu diesen Argumenten gesellen sich noch eine Reihe anderer, die den gesamten Krümmungsverlauf, insbesondere die Leitungsvorgänge betreffen. Trotzdem empfahl es sich, nochmals die ganze Fragestellung aufzugreifen, besonders um festzustellen, ob die Krümmungsvorgänge sich bei Ausschluß der Transpiration etwas anders gestalten. Darüber soll im folgenden kurz berichtet werden.

1. Kontaktreizung unter Wasser.

Zunächst wurden die Versuche mit Kontaktreizung unter Wasser auf etwas breiterer Grundlage angestellt. Die Keimlinge wurden in kleinen Glaskuvetten großgezogen und dann in ein größeres Wasserbecken untergetaucht; hierauf wurden sie einseitig mit einem Korkstäbchen gerieben. Über die Experimente gibt Tabelle I Auskunft; hier sind auf der rechten Seite die entsprechenden Serien in Luft (60 % Feuchtigkeit) beigefügt. Es ergibt sich, daß in allen Versuchsreihen auch unter Wasser Reaktionen auftreten, die also nicht durch einseitigen Transpirationsverlust bedingt sein können. Ein Vergleich zeigt allerdings, daß 1. die Zahl der auftretenden Krümmungen wesentlich geringer ist als in Luft, und daß 2. die Reaktionszeit eine ganz auffallende Verlängerung aufweist. Aber diese Erscheinungen könnten sehr wohl lediglich dadurch bedingt sein, daß die Keimlinge unter Wasser abnormen Verhältnissen ausgesetzt sind. Um diesen Punkt zu klären, wurden entsprechende Versuche nicht unter Wasser, sondern im dampfgesättigten Raum angestellt.

Tabelle I. Kontaktreizung unter Wasser (24 °C dunkel).

Versuchspflanze	Zahl der Indiv.	Kork, 20mal, Wasser — Es haben reagiert nach 30'	60'	90'	Zahl der Indiv.	Kork, 20mal, Luft — Es haben reagiert nach 30'	60'	90'
Agrostemma Githago	26	2	8	18	30	24	28	30
Avena sativa	19	2	5	5	33	31	33	33
Cannabis sativa	20	4	6	7	18	16	18	18
Hordeum vulgare	11	2	3	3	42	20	29	32
Linum usitatissimum	10	1	2	4	11	10	11	11
Sinapis alba	10	7	7	7	20	16	20	20

2. Versuche im dampfgesättigten Raume.

Die Versuche im Dampfraum wurden in verschiedener Weise angestellt. In einer ersten Folge von Serien wurden die Pflanzen an der Luft herangezogen, dann mit Kork einseitig gerieben und sofort nach der Reizung in den dampfgesättigten Raum gestellt, d. h. unter eine Glasglocke, die mit Filtrierpapier ausgelegt war und auf einer mit Wasser gefüllten Kristallisierschale ruhte.

In einer zweiten Reihe von Experimenten wurden die Keimlinge schon einige Stunden zuvor unter den Dampfraum verbracht und bloß während der Reizung vorübergehend herausgenommen.

Um auch noch diesen Übelstand auszuschalten, wurde ein besonderer Apparat hergestellt, der es gestattete, die Keimlinge im Dampfraum selbst zu reizen. Vermittels einer Leinwandmanschette,

die mit feuchter Watte umwickelt war und den notwendigen Bewegungsspielraum gewährte, wurde ein Glasstab in die Öffnung einer tubulierten Glocke eingeführt. An der Basis dieses Stabes war ein Korkbügel, der zum Reiben diente, unter einem rechten Winkel befestigt. Den Ansatz der Manschette an den Glasstab vermittelte ein durchbohrter Kork, durch den der Stab vor und nach der Reizung emporgezogen werden konnte.

Die Versuche aller drei Kategorien sind in Tabelle II zusammengestellt. Ein Überblick zeigt, daß der Prozentsatz der Reaktionen *in der Regel* deutlich *geringer* ist als bei den Vergleichsexperimenten in der Luft (60 % Feuchtigkeit); das gilt aber keineswegs allgemein, und die Serien mit *Hordeum, Helianthus* und *Linum* machen eine Ausnahme. Trotzdem scheint aus diesen Versuchen

Tabelle II. Kontaktreizung im Dampfraum und in der Luft. (24 ° C dunkel.)

	Streichzahl	gereizt, dann Dampfraum			Dampfraum, während des Reizes herausgenommen			im Dampfraum gereizt			Vergleichsserien in Luft		
		Ind.	Reakt.	%	Ind	Reakt.	%	Ind.	Reakt.	%	Ind.	Reakt.	%
Agrostemma Githago . .	20	6	4	67	20	14	70	21	15	71	30	30	**100**
Avena sativa .	20	—	—		10	5	50	—	—	—	33	33	**100**
Bidens tripartitus . . .	20	—	—	—	6	4	67	—	—	—	12	11	**92**
Cannabis sativa	20	8	5	63	—	—	—	6	6	**100**	18	18	**100**
Helianthus annuus . . .	20	—	—	—	—	—	—	12	11	**92**	14	12	**86**
Hordeum vulgare . . .	20	13	12	**92**	—	—	—	—	—	—	42	32	**76**
Linum usitatissimum . . .	10	4	4	**100**	—	—	—	9	8	89	21	19	**90**
Sinapis alba .	20	9	8	89	14	12	86	—	—	—	20	20	**100**
Vaccaria parviflora . . .	10	22	10	45	—	—	—	—	—	—	18	13	**72**

hervorzugehen, daß der Krümmungserfolg bei einseitigem Reiben an der Luft nicht vollständig auf Rechnung des Kontaktreizes zu setzen ist, sondern daß sich zwei fremdartige Vorgänge überlagern und steigern. Im übrigen bleiben aber alle früheren Ermittelungen über die haptotropischen Reaktionsvorgänge zu Recht bestehen. Die Empfindlichkeit für gedämpfte Reize ist, wie Versuche mit ganz leichtem, einmaligem Streichen ergeben, im Dampfraum keineswegs herabgesetzt (*Agrostemma, Linum*), und insbesondere spielen sich die auffälligen basipetalen und akropetalen Reizleitungsvorgänge unter der Glocke genau in derselben Form ab wie an der Luft (*Agrostemma, Linum, Helianthus*).

3. Versuche mit Kakaobutterstäbchen.

Zur Ergänzung wurde noch eine andere Methode angewendet, um den rein mechanischen Erfolg einseitigen Reibens und damit eine Beeinflussung der Transpirationsverhältnisse auszuschalten. Das Abreiben der Fettschicht wurde dadurch vermieden, daß der Kontaktreiz durch einen Glasstab vermittelt wurde, der mit einer Schicht von Kakaobutter überzogen war. Aus späteren Versuchen ist zu ersehen, daß unter diesen Umständen eine Steigerung der Transpiration tatsächlich unterbleibt. Zu allem Überfluß wurden auch hier die Keimlinge entweder sofort nach der Reizung unter die Dampfglocke verbracht oder bloß während des Streichens herausgenommen. Die Experimente sind — wiederum mit den erforderlichen Vergleichsdaten in Tabelle III zusammengestellt. Während

Tabelle III. Reizung mit Kakaobutterstäbchen (24 ° C; dunkel).

Versuchspflanze	Streichzahl	Kakaobutter (Dampfraum)					Kork (Luft)				
		Zahl der Indiv.	Es haben reagiert nach				Zahl der Indiv.	Es haben reagiert nach			
			30'	60'	90'	120'		30'	60'	90'	120'
Agrostemma Githago . . .	50	8	5	7	7	7	27	22	25	27	27
Avena sativa . .	20	19	11	11	11	11	33	31	33	33	33
Cannabis sativa	20	10	4	5	5	5	18	16	18	18	18
Helianthus annuus	50	9	3	4	8	9	16	8	13	15	15
Linum usitatissimum . . .	20	15	12	12	12	12	11	10	11	11	11
Sorghum vulgare	20	11	6	6	6	6	26	25	26	26	26

in allen Vergleichsserien mit einziger Ausnahme von *Helianthus* sämtliche Keimlinge reagierten, krümmten sich in den Versuchen mit Kakaobutter bloß bei *Agrostemma, Helianthus* und *Linum* 80 bis 100 %, und bei *Cannabis* sinkt die Zahl der Reaktionen sogar auf 50 % herab. Dieser starke Abfall ist aber sicher zum größten Teil dadurch bedingt, daß Kakaobutter sich ähnlich wie Gelatine dem Objekt leicht anschmiegt und daher kein ausgeprägter Kitzelreiz zustande kommt. Uns genügt die Tatsache, daß unter diesen Bedingungen überhaupt ein Erfolg zu verzeichnen ist.

4. Das Wachstum haptotropisch gereizter Keimlinge.

Die bisherigen Versuche fanden alle unter solchen Bedingungen statt, die Welkungsvorgänge mechanischer Art ausschlossen. Trotzdem erfolgten ausgesprochene Krümmungen, die also mutmaßlich

lurch Wachstumsdifferenzen gegenüberliegender Flanken hervorgerufen waren. Da indes von vornherein eine regulatorische Änderung les Turgors seitens der Pflanze nicht völlig ausgeschlossen war, o bedurfte die Annahme einer näheren Nachprüfung. Zu diesem Zwecke wurden mit *Agrostemma*, dem geeignetsten Versuchsobjekte, m Dunkelzimmer Messungen mit dem Horizontalmikroskop angestellt.

Die Versuchsanordnung war folgende: die für die Markierung bestimmten Keimlinge wurden im Dampfraum aufgezogen. Hatten ie die gewünschte Höhe (1,5—2 cm erreicht), dann wurden nahe ler Spitze des Hypokotyls zwei Tuschemarken angebracht. Hierauf urde der Topf sofort unter einen oben geschlossenen, unten offenen Zinkblechkasten gebracht, der in einer Kristallisierschale ruhte und die Stelle der Dampfglocke vertrat. Er war entsprechend in Vasser eingetaucht und die Seitenwände waren mit feuchtem Filtrierpapier ausgelegt. Auf der Vorder- und Rückseite befanden sich Glasfenster, welche die Beobachtung ermöglichen sollten. Der ganze Apparat war schütterfrei aufgestellt, und zwar im Dunkelzimmer. Beleuchtet wurde nur zum Zwecke der Ablesung. Senkrecht über lem Kasten, in $^3/_4$ m Abstand, befand sich eine weiße elektrische Birne, die ihr Licht gleichmäßig durch das vordere und hintere Fenster einfallen ließ. Um die Ablesungen zu erleichtern, wurde außerdem hinter dem Hinterfenster, dem Horizontalmikroskop gegenüber, eine rote Birne angebracht. Irgendwelche phototropische Störungen wurden niemals beobachtet, und auch von einer Alteration ler Versuchsresultate durch den Wechsel von Licht und Dunkel kann nicht die Rede sein.

Wenn die Keimlinge im ungereizten Zustand beobachtet waren, urden sie in einer ersten Folge von Versuchen rasch herausgenommen, einseitig gerieben und dann sofort wieder unter den Blechkasten erbracht. Diese Manipulationen müssen aber — wie auch zuvor as Markieren — in möglichst kurzer Zeit erfolgen, da sonst schon ach wenigen Minuten sehr mißliche Wachstumsstörungen auftreten. Dies ist der Punkt, an dem das ganze Verfahren scheitern kann. Doch erwirbt man bald die nötige Erfahrung, um sich vor solchen Nebenerfolgen zu schützen. Trotzdem wurde in einer zweiten Serie on Versuchen die Methode noch etwas verbessert. Der Zinkkasten urde mit der oben geschilderten Vorrichtung versehen, die es rmöglicht, den Keimling zu reizen, ohne ihn aus dem Dampfraum u entfernen.

Einen Überblick über die beiden Versuchsreihen gibt Tabelle IV. Die Zahlen bedeuten alle μ; die der Kolumnen I—IV geben jeweils

den mittleren Zuwachs pro halbe Stunde wieder, und ferner liegen die Werte von I und II unmittelbar vor, die von III und IV unmittelbar nach der Reizung. Die Vergrößerungsverhältnisse wurden so gewählt, daß im Falle der Krümmung der Unterschied zwischen Bogen

Tabelle IV. Wachstum von *Agrostemma*keimlingen (1,5—2 cm) vor und nach der Kontaktreizung (Kork 20 mal; 24° C. dunkel).

	Zahl der Einzel-pflanzen	Mittl. Länge d. Zone	Mittl. Zuwachs vor der Reizung			Mittl. Zuwachs nach der Reizung	
			I	II		III	IV
Reihe I	10	32,72	6,4	5,5	gereizt	9,6	10,5
„ II	15	33,17	6,8	6,8	„	10,5	10,9

und Sehne vernachlässigt werden konnte[1]). Ich bemerke noch, daß die Einzelversuche, die hier zu Mittelwerten verarbeitet werden, nicht etwa willkürlich herausgegriffen sind, und daß auch sie schon genau dieselbe Gesetzmäßigkeit zeigen. Diese Gesetzmäßigkeit besteht darin, daß schon die erste Ablesung nach der Reizung eine erhebliche Wachstumsbeschleunigung zeigt, die auch in der zweiten halben Stunde mit unverminderter Stärke anhält. In vielen Fällen macht sich die Wachstumsbeschleunigung schon vor dem Eintritt der Krümmung bemerkbar. Sie beträgt im Durchschnitt 70 %, in einzelnen Experimenten kann der Betrag wesentlich höher sein, während sich ausnahmsweise dann und wann die Krümmung abspielt, ohne daß das Wachstum in merkbarer Weise beeinflußt wäre. Aber solche Schwankungen um den mittleren Betrag sind ja bei allen physiologischen Prozessen zu erwarten. Wie die Tabelle IV erweist, zeigen auch die Experimente der Reihe I und II jede nur wünschenswerte Uebereinstimmung.

Unsere Versuchsdaten besitzen allerdings eine Unvollkommenheit: sie erstrecken sich bloß auf die erste Stunde nach der Reizung, und wir erkennen nicht, wie der Prozeß ausläuft. Deshalb sei hier ein Einzelversuch angeführt, bei dem sich die Beobachtung über eine längere Zeitspanne hinauszog. Der Fall ist in Abb. 1 graphisch dargestellt. Wir sehen, wie hier die Wachstumsbeschleunigung nach einer Stunde mit **200** % ihren Höhepunkt erreicht, sich eine halbe Stunde auf diesem Niveau erhält und dann im Verlaufe einer Stunde wieder ausklingt. Wir erhalten dadurch eine vollständig

[1]) Die Marken befanden sich durchweg auf der Mittellinie, nicht etwa auf der gereizten Flanke.

symmetrische Kurve. Die Reaktion setzte in der zweiten halben Stunde ein, und auch der gesamte Krümmungsausgleich fiel noch in die Phase des beschleunigten Wachstums. Daraus folgt, daß sich *Agrostemma* vollständig an das Verhalten der Ranken anschließt. Ob das für alle anderen Arten gilt, und ob nicht auch Fälle vorkommen, wo das mittlere Wachstum gleichbleibt oder gar verlangsamt wird, bedarf natürlich noch näherer Untersuchung.

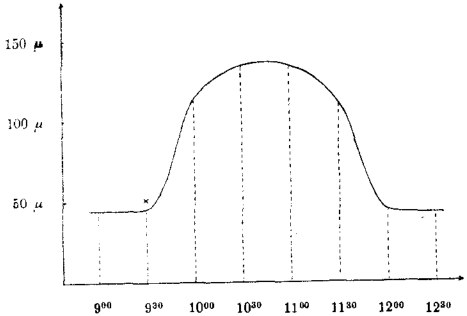


Abb. 1. Wachstumskurve von *Agrostemma* bei Kontaktreizung (×). Die Ordinaten bedeuten den Zuwachs pro halbe Stunde.

II. Ueber das Erschlaffen von Keimlingen bei einseitigem Reiben.

Es wurde eingangs erwähnt, daß sich die Verhältnisse komplizieren, wenn man die Versuche nicht im Dampfraum, sondern in trockener Luft anstellt. Bei 60 % Feuchtigkeit sind die Störungen noch so gering, daß sie bloß bei sehr starkem einseitigen Reiben in die Augen fallen. Bei 40 % Dampfsättigung jedoch — und ein solcher Betrag wurde bei den folgenden Experimenten sowohl im Hellen als auch im Dunkeln angewendet — schreitet die Erschlaffung vielfach derartig fort, daß die Keimlinge vollständig haltlos zu Boden sinken. Dieser Vorgang ist es, mit dem wir uns nun näher zu beschäftigen haben.

1. Der allgemeine Verlauf des Erschlaffungsvorganges.

Die Erschlaffungskrümmungen können ebensowohl durch einseitiges als auch durch beiderseitiges starkes Reiben erzielt werden.

Im ersten Falle wendet sich die Krümmung stets der gestrichenen Flanke zu. Bei leichteren Reaktionen, bei denen sich das Erschlaffen noch nicht stark bemerkbar macht, kann also der Eindruck einer haptotropischen Krümmung erweckt werden. Deshalb wurden im folgenden stets zwei opponierte Flanken mit Kork gerieben; das Überwiegen erfolgt dann in irgendeiner beliebigen Richtung und endet im extremen Fall mit einem vollständigen Niederlegen des Keimlings. Gegenüber den Kontaktkrümmungen ist zu bemerken, daß 1. die günstigste Phase für Welkungskrümmungen erst dann eintritt, wenn der beste Zeitpunkt für haptotropische Reaktionen vorüber ist, 2. daß die Welkungskrümmungen bloß durch sehr starkes Reiben erzielt werden können, und 3. daß keinerlei Beziehungen bestehen zwischen dem Grad der Kontaktempfindlichkeit und der Neigung zu Erschlaffungsprozessen. Die erste Tatsache wird illustriert durch Tabelle V. Die Kontaktkrümmungen bei *Helianthus* kommen am schärfsten bei einer Höhe der Keimlinge von 6 cm

Tabelle V. *Helianthus* beiderseits mit Kork gerieben (24° C; dunkel). — Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die leicht erschlafften, die nicht eingeklammerten die vollständig überhängenden Keimlinge.

Höhe der Pflanzen	Streichzahl	Zahl der Indiv.	Reaktionsbild nach						Reakt. in %
			0,5 St.	1,0 St.	2 St.	8 St.	24 St.	48 St.	
ca 8 cm	100 : 100	11	0	0	0	0	0	—	0
ca. 10 cm	100 : 100	11	1 (2)	1 (2)	1 (2)	(1)	(1)	—	27
ca 12 cm	50 : 50	8	1 (2)	2 (4)	4 (1)	1 (1)	1	—	75
ca. 15 cm	50 : 50	7	4	4 (1)	5	6	5	1 (4)	86

Tabelle VI. Keimstengel beiderseits mit Kork gerieben (dunkel und hell).

Versuchspflanze	Höhe der Keiml.	Kultur und Versuch im Dunkeln					Kultur und Versuch im Hellen				
		Zahl der Ind.	Reaktionen nach			Reakt. in %	Zahl der Ind.	Reaktionen nach			Reakt. in %
			½ St.	1 St.	2 St.			½ St.	1 St.	2 St.	
Agrostemma	ca. 6 cm	22	9 (2)	12 (4)	16	73	18	1	1	1	8
Linum . .	ca. 5 cm	12	5	6	6	50	26	3 (1)	3 (3)	4 (4)	31
Vaccaria .	„	11	7	7	7	64	17	0	0	1	6
Sorghum .	ca. 3 cm	22	11	14 (5)	19	86	—	—	—	—	—

zum Ausdruck. In diesem Alter lassen sich merkbare Welkungskrümmungen durch starkes Reiben überhaupt noch nicht erzielen. Diese setzen vielmehr erst bei einer Höhe von 10 cm ein. Je weiter

nun das Wachstum fortschreitet, desto häufiger werden die Reaktionen, und desto länger dauert es, bis der Ausgleich eintritt.

Bei *Helianthus* kommt es gewöhnlich nur so weit, daß die Kotyledonen gerade die Erde berühren. Viel ausgeprägter sind die Reaktionen bei *Agrostemma*; hier sinken die Stengel oft vollständig um (Abb. 2), hängen schlaff über den Topfrand herunter, und manchmal beginnt sogar die Oberfläche zu schrumpfen und sich in Falten zu legen. Man würde es wirklich nicht für möglich halten, daß solche Keimlinge noch mit dem Leben davonkommen, und doch richten sich die meisten über Nacht auf, so daß sie am nächsten Morgen wieder vollständig straff dastehen. Ob das Umsinken eintritt, entscheidet sich meist in der ersten halben Stunde. Hat der Prozeß begonnen, dann schreitet er sehr rasch fort, so daß man die Bewegung

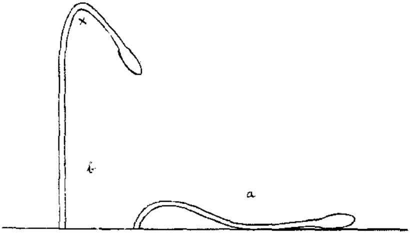


Abb. 2. **Erschlaffungskrümmungen von *Agrostemma* nach starkem beiderseitigem Reiben; *a* total, *b* lokal gerieben.**

oft mit dem Auge verfolgen kann. Je stärker die Erschlaffung ausgefallen ist, desto länger dauert es, bis ein Wiederausgleich einsetzt, und vollständig umgefallene Keimlinge bleiben gewöhnlich erst einige Stunden liegen, ehe sie ihre Turgeszenz wiedererlangen.

Ähnliche Versuchsergebnisse wie bei *Agrostemma* erhiel tich mit *Vaccaria, Linum, Sinapis, Sorghum* und *Cannabis* (Tabelle VI); dagegen verliefen die Experimente mit *Hordeum, Triticum, Avena* und *Bidens* negativ. Daß der derbe *Helianthus* reagiert, während der zarte *Bidens* straff bleibt, zeigt an, daß die Dicke des Objektes nicht unter allen Umständen den Ausschlag gibt; hier machen sich eben noch besondere Faktoren geltend.

Daß etiolierte Keimlinge bessere Resultate geben als solche, die im Lichte herangewachsen sind, ist nicht weiter verwunderlich

(Tabelle VI). Bringt man etiolierte Keimlinge ans Licht, dann geht mit jedem weiteren Tag die Zahl der Welkungskrümmungen zurück. So erhielt ich bei einer Serie mit *Agrostemma* am ersten Tage 59 %, am zweiten 39 % und am fünften 8 % Reaktionen.

Ein paar Worte müssen noch über den Erfolg von lokalem Reiben gesagt werden. Auch hierbei tritt Erschlaffung ein, aber der Erschlaffungsprozeß bleibt unter allen Umständen streng lokalisiert, gleichgültig ob man an der Spitze oder an der Basis gerieben hat. Im ersten Falle hängt bloß der Spitzenteil unter scharfem Winkel über (Fig. 2b), im zweiten sinkt zwar oft der ganze Stengel zu Boden, aber schlaff wird nur die geriebene Zone und der obere Teil wird bloß passiv wie an einem Gelenk umgeklappt. Dies ist ein ganz wesentlicher Unterschied zu den Kontaktkrümmungen, die meist einen bis mehrere Zentimeter über den Angriffsort hinausgreifen. Solche Versuche mit lokaler Reibung wurden mit übereinstimmendem Erfolg bei *Agrostemma, Linum, Vaccaria* und *Sorghum* ausgeführt. Bei *Helianthus* jedoch war kein Erfolg zu verzeichnen.

2. Beobachtungen mit dem Horizontalmikroskop.

Es war zu erwarten, daß die geschilderten Welkungsvorgänge im Gegensatz zu den haptotropischen Krümmungen von einer Verkürzung der Keimstengel begleitet sind. Daß dem tatsächlich so ist, trat in entsprechenden Beobachtungen mit dem Horizontalmikroskop klar zutage. Darüber sollen im folgenden einige Daten gegeben werden, die ich Herrn cand. rer. nat. RÖBER verdanke. Keimlinge von *Agrostemma* wurden in einem hellen Versuchsraum großgezogen, jedoch unter schwarzen Pappzylindern, die nur zum Zwecke der Markierung, Reibung und Ablesung entfernt wurden, so daß das Material etioliert war; markiert wurden mehrere Zonen in verschiedener Stengelhöhe. In allen drei angeführten Beispielen ging die Erschlaffung so weit, daß die Keimlinge welk am Boden lagen.

Tabelle VII. 50 mal einseitig gerieben Höhe 4 cm, 25 ° C. (Die Zahlen geben die Länge der Zonen in den entsprechenden Zeitabschnitten wieder; ein Skalenteil - 0,0455 mm).

Zone	Entfernung von der Spitze	Länge der Marken in Skalenteilen										
		10^{30}	11^{30}	12^{30}	8^{30}		3^{50}	4^{30}	5^{30}	6^{30}	8^{15}	3^{20} (tags darauf)
I	5 mm	63	64,5	66,5	76	gerieben	74	67	69,5	71	71,5	79
II	8 mm	57	59	60,5	66		64	61	60	61	61,5	65
III	15 mm	65	66	66,5	67		66,5	64,5	65	65	66	66
							Erschlaffung		Aufrichtung			

Tabelle VIII. 50 mal beiderseitig, Höhe 5 cm, 18 ° C.

Zone	Entfernung von der Spitze	Länge der Marken in Skalenteilen						
		11^{50}		12^{45}	3^{50}	5^{20}	8^{30}	10^{10} (tags darauf)
I	5 mm	39	gerieben	37,5	38,6	39	43	49
II	7 mm	37		35	35,5	36,5	37	43
III	15 mm	34		32	32,5	32,5	33,5	34
IV	17 mm	54		54	58	58,5	54,5	55
V	27 mm	44		—	39	39,5	42	44
VI	29 mm	42,6		—	38	39	41,5	42,5
				Erschlaffung		Aufrichtung		

Tabelle IX. 50 mal beiderseitig, Höhe 4,5 cm, 18 ° C.

Zone	Entfernung von der Spitze	Länge der Marken in Skalenteilen								
		11^{10}	11^{40}	12^{10}	12^{40}	5^{10}		5^{45}	6^{05}	11^{45} (tags darauf)
I	3 mm	44	44,5	44,5	44,5	49	gerieben	49	48	61
II	5 mm	39,5	40	40	40	43,5		43	42,5	50
III	13 mm	46	46	46	46	46		44,5	43	46
IV	15 mm	47	47	47	47	47		45	43,5	47
								Erschlaffung		aufrecht

Ein Blick auf die Tabellen zeigt, daß die Verkürzung den ganzen Stengel umfaßt, also auch in jenen Fällen, wo die Basis ausgewachsen ist. Im extremen Falle beträgt sie etwa 10 %. Das entspricht etwa dem Betrag, den die Kontraktion erreicht, wenn der Stengel künstlich abgetötet wird. Es besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen Verkürzung und Erschlaffung; die ersten Zeichen der Aufrichtung machen sich dann bemerkbar, wenn die Marken wieder anzuwachsen beginnen. Aber mitunter dauert es einen ganzen Tag, bis die ursprüngliche Länge wieder erreicht wird.

3. Versuche mit Schütteln, Biegen und Stoßen.

Die bisherigen Daten gestatten es noch nicht, sich ein festes Urteil über die Kausalität des Erschlaffens zu bilden. An sich bieten sich zunächst zwei Möglichkeiten. Entweder handelt es sich um einen Reizprozeß, der bedingt ist durch das aktive Auspressen von Wasser analog den Cynareenstaubfäden. Die Erscheinung des Erschlaffens würde sich dann an die seismonastischen Phänomene angliedern und auf einer Linie stehen mit den Krümmungen, die geschüttelte Sprosse ausführen (HOFMEISTER, KERNER; 6, 8). Oder aber es handelt sich lediglich darum, daß durch das Reiben

oberflächliche Wachsschichten entfernt werden, und daß das Welken also bloß die mechanische Folge eines zu heftigen Transpirationsverlustes ist. Träfe das erstere zu, dann müßten sich dieselben Erscheinungen auch mit solchen Eingriffen erzielen lassen, durch welche die Wachsschichten in keiner Weise angetastet werden. Um diese Frage aufzuhellen, wurden folgende Versuchsreihen angestellt:

1. Keimlinge wurden 1—2 Minuten heftig geschüttelt, so daß die Stengel vielfach regelrecht hin- und hergeschleudert wurden.
2. Keimlinge wurden 100 mal an den Kotyledonen gestoßen, so daß das Hypokotyl (bzw. die Koleoptile) in schwingende Bewegung geriet.
3. Keimlinge wurden vorsichtig an den Keimblättern gepackt und dann 50—100 mal kräftig hin und her gebogen.

Diese Versuche erstreckten sich auf *Agrostemma, Avena, Bidens, Cannabis, Helianthus, Linum, Sinapis, Triticum* und *Vaccaria*. — Obwohl zu diesen Experimenten, die im Hellen und im Dunkeln ausgeführt wurden, mehrere hundert Individuen verwendet wurden, verliefen sie vollständig ergebnislos. Nie kam es zu auffälligen Krümmungen (abgesehen natürlich von den durchs Biegen mechanisch aufgezwängten) und nicht ein einziger Keimling ist umgefallen. Daraus folgt, daß das Erschlaffungsphänomen nicht in der angegebenen Weise erklärt werden kann. Damit soll freilich nicht gesagt sein, daß das Schütteln und Stoßen gänzlich ohne jeden Einfluß auf den Turgeszenzzustand sind. Leichtere Schwankungen, die sich mit feineren Methoden vielleicht nachweisen ließen, die aber für die vorliegenden Erscheinungen bedeutungslos wären, sind keineswegs ausgeschlossen.

4. Versuche im dampfgesättigten Raume.

Ist die Erschlaffung tatsächlich bloß durch gesteigerte Transpiration bedingt, dann darf man erwarten, daß die Erscheinung im dampfgesättigten Raum ausbleibt. Dies ist nun tatsächlich auch der Fall. Ich führe hier nur einen Versuch an. 11 Keimlinge von *Agrostemma* wurden beiderseits mit Kork 50 mal gerieben und sofort unter die Dampfglocke gestellt. Nach zwei Stunden waren alle Individuen vollständig gerade. Nun wurde von sechs Keimlingen die Glocke abgenommen. — Schon nach kürzester Frist waren sie insgesamt erschlafft, sie richteten sich aber alle sechs über Nacht wieder auf, so daß sie am nächsten Morgen wieder vollständig straff dastanden. Die anderen fünf Keimlinge blieben über Nacht unter der Glocke stehen, und erst dann wurden sie aus dem Dampfraum ent-

nt. Und nun bot sich der unerwartete Anblick, daß diese Keimige sehr rasch zu Boden sanken, obwohl sich ihre Leidensgenossen, i denen die Glocke schon am Vortage entfernt worden war, längst wieder erholt hatten. Worauf dieser Unterschied beruht, wird später noch erklärt werden. Offenbar ist es für die Wiedererlangung der Turgeszenz nicht gleichgültig, in welchem Milieu sich die Versuchspflanzen befinden.

In einem reziproken Experiment wurden acht *Agrostemma*-Keimlinge an der Luft beiderseits 100 mal gestrichen. Nach einer halben Stunde waren sie alle erschlafft. — Nun gelangten sie sämtlich n den Dampfraum. In einer Stunde standen alle gerade. Tags darauf wurde die Glocke wieder entfernt. Nun sank die ganze Serie wieder um. *Bis zum nächsten Tage hatten sich an der Luft wieder* 6 aufgerichtet, 2 Keimlinge waren tot.

Man hat es also in der Hand, durch den Wechsel der Luftfeuchtigkeit je nachdem Aufstehen oder Umsinken der Keimlinge u veranlassen und kann sich das köstliche Schauspiel bereiten, einer ganzen Serie von Versuchspflanzen einen beliebigen Rhythmus von Auf und Nieder zu diktieren. Bei einem Keimling von *Vaccaria* wurde dieses Verfahren 4 mal nach der einen und der anderen Richtung wiederholt; dann wurde der Versuch abgebrochen. Aber ich zweifle nicht daran, daß das Experiment noch mehrmals geglückt wäre. Man muß nur Sorge tragen, daß der Aufenthalt in der Luft nicht zu lange andauert, weil sonst die Vorgänge zum Siege gelangen, die den Transpirationsverlust rückgängig machen.

Ich erwähne noch, daß *Cannabis* und *Sinapis* sich ähnlich verhalten.

. Einfluß des Gießens auf den Erschlaffungsprozeß.

Man kann den Transpirationsverlust noch in ganz anderer Weise entgegenarbeiten, als es bisher geschehen ist, und zwar durch eichliches Begießen. Daß die Bodenfeuchtigkeit tatsächlich von ohem Einfluß auf die Erschlaffungsvorgänge ist, erkennt man sehr bald, wenn man Vergleichsserien mit trockener und feuchter Erde nsetzt. Im ersteren Falle lassen sich die Welkungserscheinungen durch beiderseitiges Reiben viel rascher und ausgiebiger erzielen.

Es verdiente aber noch die Frage Beachtung, wie nachträgliches Begießen auf erschlafft niederliegende Keimlinge wirkt. Wie aus den früheren Angaben zu ersehen ist, erheben sich solche Individuen, wenn man sie sich selbst überläßt, erst nach mehreren Stunden. Diese Zeit *kann man nun ganz erheblich abkürzen*. Zwei Keimlinge

von *Agrostemma*, die durch starkes Reiben zu Boden gesunken waren, wurden nun stark gegossen. Schon nach 10 Minuten begannen sich beide mit sichtbarer Geschwindigkeit zu erheben, und nach einer halben Stunde standen sie wieder aufrecht. Ein ähnlicher, wenn auch nicht immer so ausgeprägter Erfolg wurde auch in anderen Fällen erzielt. Auffallend ist dabei die Kürze der Zeit, die eine sehr hohe Steiggeschwindigkeit in den Wasserleitungsbahnen voraussetzt.

Um zu ermitteln, ob dieselben Erscheinungen auch bei normal gewelkten Keimlingen auftreten, wurden Kulturen von *Agrostemma*, *Vaccaria*, *Bidens* und *Sinapis* (etwa 4—6 cm) absichtlich längere Zeit nicht gegossen, bis die Pflanzen umsanken; dann wurden sie reichlich mit Wasser versehen. Der Erfolg ist aus Tabelle X zu erkennen. Eingeklammerte Zahlen bedeuten die Individuen, bei denen das Aufrichten noch im Gange ist. Abgesehen von *Sinapis*, das etwas träger reagiert, erfolgt die Wiedererlangung der Turgeszenz so rasch, daß die überwiegende Mehrzahl nach einer halben Stunde schon wieder gerade steht. Daraus können wir den Schluß ableiten, daß die Pflanze imstande ist, ihre Transpirationsverluste unter geeigneten Bedingungen sehr rasch wieder zu decken.

Tabelle X. Aufrichten niederliegender Keimlinge beim Begießen (dunkel).

Versuchspflanze	Zahl der Indiv.	Es haben sich erhoben nach				
		10′	20′	30′	60′	120′
Agrostemma Githago	32	(19)	6 (19)	25 (2)	28	28
Bidens tripartitus	5	1 (1)	1 (3)	1 (4)	4 (1)	4 (1)
Vaccaria parviflora	10	(6)	2 (6)	3 (5)	9 (1)	9 (1)
Sinapis alba . .	19	(1)	(3)	(5)	4 (4)	6 (3)

6. Der Einfluß des Wachsüberzuges auf die Welkungskrümmungen.

Alle bisherigen Feststellungen drängen zu der Annahme, daß die Erschlaffungserscheinungen bloß die Folge einer plötzlichen Transpirationssteigerung sind, und zwar müssen wir uns die Sache so vorstellen: Durch das mechanische Reiben wird die Wachsschicht, welche die Keimstengel oberflächlich überzieht, abgekratzt und dadurch wird die Durchlässigkeit für Wasser in hohem Maße erhöht. Erfolgte das Streichen bloß einseitig, dann kommt natürlich eine Krümmung nach der von dem Eingriff betroffenen Flanke zustande; andernfalls bestimmen zufällige Momente die Richtung des Umsinkens. Diese Deutung sollte nun in verschiedener Weise geprüft werden.

Zunächst wurde das Korkstäbchen durch einen Glasstab ersetzt, der mit Kakaobutter überzogen war. Es war ja anzunehmen, daß in diesem Falle die Wachsschicht geschont oder sogar eine dünne Fettlage aufgetragen wurde. Versuche mit *Agrostemma*, *Linum* und *Helianthus* ergaben denn auch, daß trotz sehr heftigen beiderseitigen Reibens keinerlei Erschlaffungskrümmungen auftreten.

Übereinstimmende Ergebnisse wurden mit einer anderen Versuchsmethode erzielt. Keimlinge von *Agrostemma*, *Helianthus*, *Linum* und *Sorghum* wurden beiderseits stark mit Kork gerieben und dann sofort mit einer dünnen Schicht von Vaseline überstrichen, um das entfernte Wachs zu ersetzen. Auch hier blieb jeder Erfolg aus.

Aber es erwies sich als wünschenswert, noch greifbarere Beweise für das Abkratzen des Wachsüberzuges zu erbringen. Sehr schöne Resultate erzielte ich hier mit der Kobaltprobe. Dabei ging ich so vor: die Keimlinge wurden an einer Flanke stark gerieben, und dann wurde mit der Hand ein kleines Streifchen Kobaltpapier möglichst fest angelegt. Natürlich empfahl es sich für diese Methode, mit derben Objekten zu arbeiten. Es ergab sich, daß in vielen Fällen schon nach Bruchteilen einer Minute sehr auffällige Reaktionen zutage traten, und zwar in Form eines deutlichen scharf umschriebenen roten Strichs, der die geriebene Stelle kennzeichnete. Es wurde nun zunächst die Streichzahl bestimmt, die erforderlich ist, um nach 30'' eine sichere Reaktion hervorzurufen. Als Stufen wurden 20-, 50-, 100- und 150-maliges Streichen gewählt. Die Resultate gibt Tabelle X wieder. Wie man erkennt, genügt bei *Vicia Faba* schon

Tabelle X. Reaktion mit Kobaltpapier nach einseitigem Reiben. (Die Zahlen in Klammern bedeuten schwache Reaktion.)

Versuchspflanze	Art der Aufzucht	Zahl der Indiv.	In 30' reagierten nach der Streichzahl			
			150	100	50	20
Helianthus annuus	hell	13	—	1	4	8
Lupinus albus . .	dunkel	13	3	4	5	1
Phaseolus vulgaris	hell	1	—	—	1	—
„ *multiflorus*	dunkel	7	1	2	2	2
Ricinus communis	„	2	—	—	—	2
Vicia Faba . . .	„	11	—	—	—	11
„ „ . . .	hell	11	—	—	—	11

die Streichzahl 20, um bei allen Individuen den gewünschten Erfolg zu erreichen. Etwas träger sind die Reaktionen bei *Helianthus*, und am Ende der Linie stehen *Phaseolus multiflorus* und *Lupinus albus*. Immerhin verdient Beachtung, daß die Kobaltprobe bei

allen daraufhin geprüften Arten zu einem Ergebnis führte. Daß die Rötung in einem Falle schon bei geringem, im anderen erst bei sehr häufig wiederholtem Streichen zutage tritt, bereitet dem Verständnis keine Schwierigkeit, denn es ist sehr wahrscheinlich hier die Wachsschicht nur ganz oberflächlich aufgelagert, während sie dort auch die Zellwand selbst in ausgiebigerem Maße imprägniert.[1]) Eine nähere Untersuchung würde hier vielleicht einen engeren Zusammenhang zwischen der Ausbildung der Wachsschichten und der Neigung zu Erschlaffungskrümmungen aufdecken. Möglicherweise versagen manche Arten bloß infolge ihrer weitgehenden Wachsimprägnation.

Es lag nun nahe, zu untersuchen, ob die Kobaltreaktion im Laufe der Zeit wieder verschwindet. Daß eine Regeneration der Wachsschichten stattfindet, wird ja durch die Tatsache wahrscheinlich gemacht, daß die Keimlinge sich bis zum nächsten Tage aufzurichten pflegen. Deshalb wurden Keimlinge, die nach einseitigem Reiben eine sichere Reaktion gegeben hatten, in längeren Intervallen wiederum der Kobaltprobe unterzogen. Es erwies sich, daß tatsächlich bei einem Teil der Individuen die Rötung im Laufe der Zeit ausklingt. (Tabelle XI.) Allerdings bedarf es hierzu meistens mehrerer Tage. Die Keimlinge richten sich also auf, ehe die Reaktion verschwunden ist. Aber es ist ja wohl zu verstehen, daß schon ein unvollständiger Ersatz der Wachsschicht genügen kann, die zum Vollzug des Aufrichtens notwendige Turgorerhöhung herbeizuführen. Dafür spricht

Tabelle XI. Rückgang der Kobaltprobe bei längerer Beobachtung.
(Die Zahlen in Klammern bedeuten schwache Reaktion.)

Versuchspflanze	Art der Aufzucht	Zahl der Indiv.	Zahl der positiven Reaktionen nach				
			1 Tg.	2 Tgn.	3 Tgn.	4 Tgn.	8 Tgn.
Helianthus annuus	hell	8	5 (2)	3 (4)	1 (5)	1 (4)	—
„ „	dunkel	8	8 (2)	2 (3)	—	1 (1)	—
Lupinus albus	hell	9	—	—	2	0	—
„ „	dunkel	4	—	(3)	—	0	—
Vicia Faba	hell	11	4 (6)	4 (6)	—	5	(4)
„ „	dunkel	11	8 (2)	8 (2)	8 (2)	8 (2)	8 (2)

auch die Tatsache, daß die Kobaltreaktion häufig bei Streichzahlen gelingt, die noch lange kein Erschlaffen zur Folge haben. Erwähnt mag noch werden, daß bei *Vicia Faba* die Regeneration im Dunkeln viel schwerer erfolgt als am Tageslicht.

Noch eine weitere Frage war der Untersuchung mit der Kobaltreaktion zugänglich. Wir sind früher der eigentümlichen Tatsache

[1]) So liegen die Verhältnisse bei den Versuchen GARREAU's mit Blättern. (5, vgl. auch 8a).

begegnet, daß Keimlinge, die in trockener Atmosphäre gerieben wurden und umgesunken sind, sich über Nacht wieder aufrichten. Beugt man dagegen dem Erschlaffen dadurch vor, daß man die Versuchspflanzen sofort in den dampfgesättigten Raum bringt, dann kann man den Welkungsvorgang noch nach 24 oder 48 Stunden nachträglich auslösen, wenn man die Glocke abnimmt. Das legt die Vermutung nahe, daß im Dampfraum die Regeenration des Wachsüberzuges unterbleibt. Daß dem wirklich so ist, geht aus den Vergleichsexperimenten der Tabelle XII hervor. Keimlinge von *Helianthus*, die im Hellen herangezogen waren, wurden solange gerieben, bis die Kobaltreaktion deutlich zutage trat; dann wurden die einen an trockener Luft (40 %) stehen gelassen, die anderen in den Dampfraum gestellt. Hierauf wurde in 24-stündigen Intervallen die Kobaltprobe erneut vorgenommen. Bei der Serie an trockener Luft ergab sich ein ständiger Rückgang, bis am siebenten Tage die letzte Reaktion verschwand. Bei den Keimlingen im dampfgesättigten Raume bot die Untersuchung einige Schwierigkeit, da der Stengel mit Feuchtigkeit beschlagen war. Deshalb wurden die Pflanzen nach dem Herausnehmen oberflächlich mit der notwendigen Vorsicht abgetupft und dann erst mit Kobaltpapier behandelt. Daß nicht etwa durch das Abwischen Wachs entfernt worden war, ging aus dem Umstand hervor, daß auch hier die Reaktion als sehr scharfer Strich zutage trat. Und das war, was für uns wesentlich ist, bei allen Individuen

Tabelle XII. Ausfall der Kobaltreaktion in trockene Luft und im Dampfraum.

Versuchs-pflanze	Medium nach dem Reiben	Zahl der Indiv.	anfängl. pos. Reakt.	Zahl d. posit. Reaktionen nach				
				2 Tg.	3 Tg.	4 Tg.	5 Tg.	6 Tg.
Helianthus	trock. Luft	13	13	4 (9)	2 (7)	2 (5)	(8)	0
„	Dampfraum	16	16	16	16	16	16	16

noch am letzten Versuchstage der Fall. Von einer Regeneration war also gar nichts zu bemerken.

Der Ausfall dieses Versuches legt die Frage nahe, ob im Dampfraum die Bildung von Wachsüberzügen überhaupt gedämpft wird. Ein Transpirationsschutz ist hier ja nicht erforderlich, und so wäre es verständlich wenn die Pflanze vom Standpunkt der Materialersparnis aus mit der Wachsproduktion haushälterisch zurückhielte. Solche Keimlinge mußten allerdings beim Übergang in trockene Luft ebenso erschlaffen, wie solche, deren Wachsschicht durch Reiben ± weitgehend entfernt wurde. Um dies zu ermitteln, wurden

die Keimpflanzen verschiedener Arten im Dampfraum großgezogen und, nachdem sie die erforderliche Höhe erreicht haben, in trockene Luft gestellt. Nun traten bei einer Reihe von Individuen ganz dieselben Erschlaffungserscheinungen auf, denen wir auch bei einseitigem Reiben begegnet sind. Davon legt Tabelle XIII Zeugnis ab. Einige Besonderheiten verdienen indessen Beachtung. Daß *Bidens* und *Avena* nicht welkten, entspricht dem Verhalten gegenüber einseitigem Reiben; dagegen fällt auf, daß *Hordeum*, welches durch Streichen mit Kork nicht zum Umsinken gebracht werden kann, ein positives, *Sinapis* und *Vaccaria* dagegen ein fast völlig negatives Ergebnis liefern. Das mag an den offenbar nicht ganz vergleichbaren Versuchsbedingungen liegen, denn im einen Falle haben wir es mit einer mechanischen Verletzung der Wachsschichten, im anderen mit einer regulatorischen Unterdrückung zu tun, die in ganz anderer Weise verlaufen kann, wie das grobe Abreiben. Daß aber tatsächlich im Dampfraum die Wachsbildung gehemmt wird, läßt sich aus der Tatsache ersehen, daß die Kobaltprobe nach einseitigem Reiben viel leichter gelingt, wenn man zu dem Versuche Keimlinge, die im Dampfraum aufwuchsen, verwendet.

Tabelle XIII. Erschlaffungskrümmungen beim Übergang in trockene Luft.

Versuchspflanze	Art der Aufzucht	Zahl der Individ.	Zahl der Erschlaffungskrümmungen nach			
			30′	60′	90′	120′
Agrostemma Githago .	hell	12	1 (4)	6 (1)	7	7
„ „ .	dunkel	20	5	6	6	7
Avena sativa . . .	„	20	0	0	0	0
Bidens tripartitus . .	„	15	0	0	0	0
Cannabis sativa . .	„	12	5 (1)	6 (1)	6 (1)	6 (1)
Helianthus annuus .	hell	8	3	6	6	6
„ „ .	dunkel	20	7 (3)	8 (2)	9 (1)	9 (1)
Hordeum vulgare .	„	4	4	4	4	4
Linum ussitatissimum	„	16	3 (3)	4 (2)	4 (2)	4 (2)
Sinapis alba	„	20	0	0	0	0
Vaccaria parviflora .	„	32	1	1	1	1

Es sei noch ganz kurz darauf hingewiesen, 1. daß Lichtkulturen ebenso reagieren wie dunkel gehaltene, 2. daß diejenigen Keimlinge, die bei dem Übergang in trockene Luft nicht spontan erschlaffen, sehr leicht durch Streichen dazu veranlaßt werden können (sowohl im Hellen als auch im Dunkeln), und 3. daß das spontane Umsinken genau denselben Gesetzen folgt wie das durch Reiben hervorgerufene. Es wird bei längerem Aufenthalt in trockener Atmosphäre von selbst rückgängig gemacht, und man kann auch hier durch periodischen

Wechsel der Luftfeuchtigkeit ein wiederholtes Pendeln zwischen Steigen und Fallen hervorrufen. (Abb. 3.)

7. Bestimmung des Transpirationsverlustes.

Es ergab sich als letzte Aufgabe, den Transpirationsverlust nach dem Reiben womöglich quantitativ zu fassen. Zu dem Zwecke wurden Keimlinge von *Helianthus* in kleinen Präparatengläschen von etwa 4 cm Höhe und 1,5 cm Durchmesser kultiviert. Hatten die Versuchspflanzen die gewünschte Höhe erreicht, dann wurde die Erdoberfläche mit einer Schicht Kakaobutter abgedichtet, und dann das Ganze auf die Wage verbracht. Durch Vorversuche

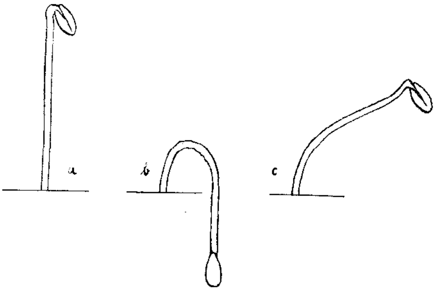


Abb. 3. Keimling von *Helianthus*: a unmittelbar nach der Entfernung aus dem Dampfraum; b eine Stunde in trockener Luft; c Rückgang der Krümmung bei erneutem Aufenthalt im Dampfraum.

wurde ermittelt, daß die Transpiration unter normalen Verhältnissen äußerst regelmäßig abläuft. Das ist aus der obersten Zeile der Tabelle XIV zu ersehen. Pro halbe Stunde erhält man einen Mittelwert von 11,3 bis 11,4 mg. In den Einzelversuchen kann dieser Betrag beträchtlich höher oder niedriger sein, für uns ist aber wesentlich, daß bei ein und demselben Keimlinge die Schwankungen meistens bloß ± 1 mg betragen. Um eine Vorstellung davon zu geben, in welchem Verhältnis der Transpirationsverlust zu dem Keimlingsgewicht steht, bemerke ich noch, daß das mittlere Gewicht von 11 Keimlingen 0,8005 g betrug. Nach diesen vorläufigen Feststellungen wurden nun die Keimlinge einer verschiedenen Behandlung ausgesetzt;

sie wurden ± stark mit Kork gerieben, ferner mit Kakaobutter stark gerieben, geschüttelt oder gestoßen, aber immer erst, nachdem zuvor in zwei halbstündigen Ablesungsintervallen der normale Transpirationsverlust bestimmt war. All diese Versuchsreihen sind in Tabelle XIV zusammengestellt. Das Ergebnis ist folgendes: Beiderseitiges starkes Reiben mit Kork zieht eine sofortige Steigerung der Transpiration um etwa 80 % nach sich; bei 50 maligem einseitigen

Tabelle XIV. *Helianthus*, Transpirationsverlust. 15° C, 40 % Feuchtigkeit.

Zahl der Indiv.	Mittlerer Transpirationsverlust pro halbe Stunde (in Milligr.)				
	I	II	Art der Behandlung	III	IV
9	11,4	11,3	kein Eingriff	11,3	11,4
9	10,4	10,4	Kork 50mal gerieben beiderseits	**18,9**	**17,2**
6	10,7	10,0	„ „ „ „ einseitig	**13,9**	**14,0**
6	11,5	11,5	„ 10 „ „ „	12,0	11,0
9	*11,1*	*11,2*	*Kakaobutter 50mal gerieben beiderseits*	*11,3*	*11,0*
6	13,0	13,5	2 Minuten geschüttelt	13,5	13,5
7	11,3	11,4	100mal gestoßen (Kotyledonen)	10,9	11,4

Reiben ist dieser Betrag etwa halb so groß, und bei der Streichzahl 10 ist ein Erfolg nicht mehr wahrzunehmen. Die Serien mit Stoßen, Schütteln und Streichen mit Kakaobutter wurden bloß ausgeführt, um unsere früheren Beobachtungen zu kontrollieren. Ein Einfluß auf die Transpiration war nicht zu erwarten und ist auch tatsächlich in keinem Falle zutage getreten.

Es wäre natürlich von Interesse gewesen, zu ermitteln, wie rasch die durch Reiben erzielte Transpirationssteigerung wieder zurückgeht. Die Wägung hätte also über einen oder mehrere Tage ausgedehnt werden müssen. Da sich aber bei längerer Dauer des Versuchs auch bei nicht behandelten Keimlingen Schwankungen einstellen, die wohl gleichzeitig durch das Wachstum, das Abfallen der Samenschale und das Trockenwerden der Erde bedingt sind, so habe ich von einer Entscheidung dieser Frage abgesehen. Dagegen wurden die Versuche nach einer anderen Richtung ausgedehnt. Nach dem Verhalten von Keimlingen, die im Dampfraum aufgewachsen sind und in trockene Luft gestellt werden, war zu erwarten, daß solche Individuen in der trockenen Atmosphäre einen stärkeren Transpirationsverlust erleiden als solche, die in wasserdampfarmer Luft groß geworden sind. Die Wägungen haben diese Vermutung auch durchaus bestätigt (Tabelle XV); in der ersten halben Stunde ist die Wasserabgabe bei den dem Dampfraum entnommenen Keimlingen etwa doppelt so groß als bei den Vergleichspflanzen. Allerdings setzt dann ein

Tabelle XV. Transpirationsverlust in trockener und in dampfgesättigter Luft aufgezogener Keimlinge.

Art der Behandlung	Zahl der Indiv.	Mittl. Transpirationsverlust pro halbe Stunde				
		I	II	III	IV	V
Dauernd in trockener Luft	14	11,4 mg	11,3 mg	11,3 mg	11,4 mg	—
Aus Dampfraum in trockene Luft . .	9	21,8 „	17,7 „	15.8 „	14,2 „	13,5 mg

sehr schneller Rückgang ein, und schon nach 2,5 Stunden ist das Übergewicht nur noch unbedeutend. Diese sich in so kurzer Zeit abspielende Dämpfung ist wohl eine Folge davon, daß die meisten Keimlinge sehr rasch welken: der osmotische Druck steigt in entsprechendem Tempo an und arbeitet der Transpiration immer stärker entgegen. Das anfängliche Plus hingegen ist nach den früheren Feststellungen so zu deuten, daß die im Dampfraum nur mäßig entwickelte Wachsschicht beim Übergang in trockene Atmosphäre soviel Wasserdampf durchläßt, daß die Turgeszenz nicht mehr aufrecht erhalten werden kann.

III. Zusammenfassende Bemerkungen.

Die vorstehenden Untersuchungen haben zu dem Ergebnis geführt, daß durch Streichen von Keimstengeln zweierlei durchaus verschiedene Erscheinungen ausgelöst werden können: 1. Kontaktkrümmungen und 2. Welkungskrümmungen.

Die Kontaktkrümmungen gelangen rein zum Ausdruck, wenn man im dampfgesättigten Raume arbeitet. Im Gegensatz zu den Welkungskrümmungen können sie auch durch Reiben mit einem Kakaobutterstäbchen hervorgerufen werden. Unterscheidend ist dann ferner, daß sich die haptotropischen Reaktionen in der schon früher geschilderten Weise (12) über die Angriffsstelle hinaus ausbreiten. Und daß wir es hier mit einem typischen Reizvorgang zu tun haben, geht aus der Tatsache hervor, daß sich der Krümmungsprozeß unter einer sehr erheblichen Wachstumsbeschleunigung abspielt. Als mittleren Betrag erhielten wir 70 %, doch kann in extremen Fällen die Steigerung 200 % betragen. Im einzelnen herrschen hier dieselben Verhältnisse, die *FITTING für die Ranken nachgewiesen hat.* (4.) Erwähnung verdient in diesem Zusammenhang, daß neuerdings auch bei *Drosera*tentakeln eine Wachstumsbeschleunigung als Folge des Berührungsreizes ermittelt worden ist. (7.) Es besteht also bei den verschiedenartigsten Organen in dieser Hinsicht

Übereinstimmung Jedoch liegt es gar nicht außer dem Bereich der Wahrscheinlichkeit, daß sich bei weiterem Suchen auch Fälle finden werden, wo die haptotropische Krümmung bei gleichbleibender oder gar gedämpfter mittlerer Wachstumsgeschwindigkeit erfolgt. Ein solches Verhalten wäre vor allem dort zu erwarten, wo der Haptotropismus noch keinem ökologischen Prozeß nutzbar gemacht ist. Unsere Feststellungen beziehen sich ja vorläufig bloß auf *Agrostemma.*

Im Gegensatz zu den haptotropischen Reaktionen vollziehen sich die Erschlaffungskrümmungen bloß in trockener Luft. Sie werden auch nur bei älteren Keimlingen und nur durch sehr starkes Reiben erzeugt. Erfolgt das Streichen bloß auf einer Flanke, dann wendet sich die Krümmung dem Angriffsorte zu, sonst erfolgt sie regellos. Häufig endet der Vorgang damit, daß die Keimlinge vollständig welk zu Boden sinken, mitunter sogar schrumpfen. Trotzdem beginnen sie sich nach einigen Stunden oder einem Tag ohne äußere Einwirkung zu erheben.

Durch mannigfache Versuchsvariationen konnte der Nachweis erbracht werden, daß wir es hier nicht etwa mit einem seismonastischen Prozeß zu tun haben, und daß auch keine Übereinstimmung mit den Krümmungen besteht, die bei vielen Sprossen durch Schütteln erzeugt werden können und wohl als primitive Fälle von Seismonastie anzusehen sind. Denn längeres Schütteln, Biegen und Stoßen an den Kotyledonen ist wirkungslos, ebenso starkes Reiben mit einem Kakaobutterstäbchen. Ein Erfolg tritt bloß dann zutage, wenn der Keimstengel mit einem rauhen Gegenstand gestrichen wird. Es konnte gezeigt werden, daß das wirksame Agens hierbei die oberflächliche Entfernung von Wachsschichten ist. Dadurch wird die Kutikula für Wasserdampf durchlässiger, und die Pflanze transpiriert so stark, daß sie zu welken beginnt. Daß dem tatsächlich so ist, läßt sich durch die Kobaltreaktion (fast sofortige Rötung an der geriebenen Stelle) und durch Wägungen feststellen. Die Wasserabgabe wird durch starkes Reiben um beinahe 100 % gesteigert, dagegen war ein Einfluß von Schütteln, Biegen und Stoßen auf die transpiration mit der Wage nicht zu ermitteln. Diese Tatsache steht im Widerspruch zu den Angaben verschiedener Forscher (BARANETZKY, BURGERSTEIN, EBERDT, KOHL, WIESNER), die bei den verschiedensten erwachsenen Pflanzenteilen eine oft sehr starke Steigerung der Transpiration bei Erschütterungen fanden. (1, 2, 3, 9, 17.) Doch handelt es sich hierbei durchweg um Organe, die entweder Spaltöffnungen besitzen oder einen schützenden Wachsüberzug entbehren. Dagegen stimmt die Beobachtung, daß das Abschaben des Wachsüberzuges die Wasserabgabe befördert, in schönster Weise

mit Messungen, die GARREAU und TSCHIRCH an Blättern angestellt haben, überein (5, 14).

Natürlich stehen die geschilderten Erschlaffungsreaktionen in engster Abhängigkeit von dem Wasserdampfgehalt der Luft. Sie können durch das Verbringen der Keimlinge in den Dampfraum in kürzester Frist wieder rückgängig gemacht werden, und man kann der Pflanze durch entsprechendes Abnehmen und Aufsetzen der Glocke einen festen Rhythmus von Umsinken und Geradstrecken aufprägen. Das erinnert an die durch Turgorschwankungen bedingten Erschlaffungskrümmungen, die SHREVE neuerdings bei verschiedenen Kakteen beobachtet hat. (11.) Wie schon erwähnt, erfolgen bei einseitigem Reiben die Erschlaffungskrümmungen in einer bestimmt festgelegten Ebene. Wir haben es hier mit einem künstlich geschaffenen Mechanismus, und zwar mit einem ausschließlichen Transpirationsphänomen zu tun. Aber es liegt gar nicht außer dem Bereiche der Möglichkeit, daß einmal in der freien Natur hygronastische Reaktionen aufgedeckt werden, die auf derselben Mechanik, d. h. Unterdrückung der Wachsbildung auf der einen Flanke, beruhen.

Der Ausgleich der Erschlaffungsreaktionen, der durch Verbringung in den Dampfraum sofort herbeigeführt werden kann, erfolgt gewöhnlich auch spontan in der trockenen Atmosphäre, aber erst nach viel längerer Zeit. Dieser Rückgang steht zweifellos mit der Regeneration der Wachsschichten im Zusammenhang. Daß eine solche wirklich stattfindet, läßt sich mit der Kobaltreaktion erweisen. Die Kobaltreaktion einer lokal geriebenen Stelle geht bei *Helianthus* sehr bald zurück und ist nach wenigen Tagen bei allen Individuen erloschen. Die Pflanze vermag also dem schädlichen Eingriff in wirksamer Weise entgegenzuarbeiten. Übereinstimmende Beobachtungen hat übrigens auch TITTMANN an Stengeln von *Ricinus communis, Rubus biflorus* und *Macleya cordata* gemacht (13). Bei den letzteren beiden Objekten ist sogar ein wiederholter Ersatz der Wachsschichten zu erreichen. Weitere Angaben über entsprechende Vorgänge bei Blättern und Früchten finden sich bei DE BARY (1 a).

Die soeben gelieferten Daten über Regeneration beziehen sich indes nur auf Keimlinge, die an trockener Luft weilen. Daß im Dampfraum besondere Verhältnisse obwalten, ergab sich aus Versuchen, bei denen geriebene Keimlinge zur Verhütung des Welkens in die dampfgesättigte Atmosphäre gestellt wurden. Bei der Wegnahme der Glocke nach 1 oder 2 Tagen sanken sie noch nachträglich um, zu einer Zeit also, wo sich entsprechend behandelte Individuen in trockener Luft längst wieder aufgerichtet haben Die Kobalt-

probe ergab nun, daß bei *Helianthus* auch noch nach viel längerem Verweilen im Dampfraum kein Wiederersatz des Wachsüberzugs stattfindet. Das gilt jedoch nicht bloß von der Regeneration, sondern auch von der erstmaligen Bildung der Wachsschichten, die im Dampfraum eine starke Dämpfung erleidet. Hier ist die Tatsache anzuführen, daß Keimlinge, die im Dampfraum aufwuchsen und in trockene Luft übertragen werden, vielfach spontan umsinken, und daß sich bei ihnen durch Reiben Kobaltreaktionen und Welkungskrümmungen viel leichter erzielen lassen, als bei Vergleichsindividuen, die in trockener Luft groß gezogen wurden; damit im Einklang steht der beim Wechsel des Milieus anfänglich zutage tretende, quantitativ sehr bedeutende Wasserverlust. Die Wachsbildung wird also im Dampfraum, wo die Pflanze keinen Nutzen aus ihr zieht, unterdrückt. Diese Erscheinung ist vom biologischen Standpunkt aus leicht verständlich und stimmt mit einigen Beobachtungen von VOLKENS (15, 16) überein, nach denen die Kutikularisierung und Wachsbildung bei verschiedenen Pflanzen (*Polygonum amphibium, Capparis spinosa*) von den Standortsbedingungen abhängig ist. Es wäre eine dankenswerte Aufgabe, zu untersuchen, wie weit solche Anpassungsvorgänge, die sich leicht experimentell fassen lassen, in der Natur verbreitet sind.

Literatur.

1. BARANETZKY: Über den Einfluß einiger Bedingungen auf die Transpiration der Pflanzen. Bot. Zeitg. 30. 1872.

1a. DE BARY: Über die Wachsüberzüge der Epidermis. Bot. Zeitg. 30. 1872.

2. BURGERSTEIN, A.: Die Transpiration der Pflanzen. Jena. 1904.

3. EBERDT, O. Die Transpiration der Pflanzen. Marburg. 1889.

3a. EDER: Untersuchungen über die Ausscheidung von Wasserdampf bei den Pflanzen. Sitzb. d. K. K. Ak. d. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. 72. 1875.

4. FITTING, H. Untersuchungen über den Haptotropismus der Ranken. Jahrb. f. wiss. Bot. 38. 1902.

5. GARREAU: Recherches sur l'absorption et l'exhalation des surfares aériennes des plantes. Ann. d. scienc. nat. Bot. 3 sér. 13. 1849.

6. HOFMEISTER: Über die Beugungen saftreicher Pflanzenteile nach Erschütterung. Jahrb. f. wiss. Bot. 2 1860.

7. HOOKER, H.: Physiological observations on *Drosera rotundifolia*. Bull. Torrey Bot. Club. 43. 1916.

8. A. v. KERNER: Pflanzenleben. 2. Bd. Leipzig. 1891.

9. KOHL: Die Transpiration der Pflanzen. Braunschweig. 1886.

10. PFEFFER: Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. 2. Bd. Leipzig. 1904.

11. SHREVE, ED.: An investigation of the causes of autonomic movements in succulent plants. The plant world. 18 1915.

12. STARK, P.: Experimentelle Untersuchungen über das Wesen und die Verbreitung der Kontaktreizbarkeit. Jahrb. f. wiss. Bot. 57. 1916.

13. TITTMANN: Beobachtungen über Bildung und Regeneration des Periderms der Epidermis, des Wachsüberzugs und der Cuticula einiger Gewächse, Jahrb. f. wiss. Bot. 30. 1897.

14. A. TSCHIRCH, A.: Über einige Beziehungen des anatomischen Baus der Assimilationsorgane zu Klima und Standort. Linnaea. 48. 1880/2.

15. VOLKENS: Zur Kenntnis der Beziehungen zwischen Standort und anatomischem Bau der Vegetationsorgane. Jahresb. des K. bot. Gartens zu Berlin. 3. 1884.

16. VOLKENS: Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. Berlin 1887.

17. WIESNER: Grundversuche über den Einfluß der Luftbewegung auf die Transpiration der Pflanzen. Sitzb. d. K. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. 96. 1888.

---

28. Clara Zollikofer: Über die Wirkung der Schwerkraft auf die Plasmaviskosität.

(Eingegangen am 23. März 1917).

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 1 Abbildung im Text.)

In einer kürzlich erschienenen Arbeit[1]) behandelten G. und F. WEBER die Frage einer Einwirkung der Schwerkraft auf die Viskosität des Protoplasmas. Ihre Befunde und weiteren Schlüsse ließen eine Nachprüfung wünschenswert erscheinen, die ich auf Anregung von Herrn Geheimrat HABERLANDT und mit seiner liebenswürdigen Unterstützung ausführte.

G. und F. WEBER bedienten sich der HEILBRONNschen Methode[2]), die zur Bestimmung der Plasmaviskosität die Messung der Sinkgeschwindigkeit beweglicher Stärkekörner in der lebenden Zelle benutzt. An geotropisch gereizten Schnitten aus Epikotylen von *Phaseolus multiflorus* untersuchten sie die Statolithenzellen auf eine Änderung ihrer Plasmazähigkeit hin.[3]) Sie fanden in den

1) Wirkung der Schwerkraft auf die Plasmaviskosität. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. LVII, 1916.

2) HEILBRONN, A., Ueber Plasmaströmungen und deren Beziehung zur Bewegung umlagerungsfähiger Stärke. Diese Ber. Bd. XXX, 1912. — Zustand des Plasmas und Reizbarkeit. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. LIV, 1914.

3) Bezüglich Einzelheiten ihrer Methodik muß ich auf die Originalarbeit verweisen.

meisten Fällen kürzere Fallzeiten, somit eine Herabsetzung der Plasmaviskosität, in den geotropisch gereizten Zellen gegenüber ungereizten Kontrollschnitten. Eine Viskositätsverringerung glauben sie auch bei Übertragung aus länger andauernder geotropischer Reizlage (Schnitte aus phototropisch gekrümmten Keimlingen) in die stabile Ruhelage festgestellt zu haben. An gekrümmten Keimlingen beobachteten sie in den Zellen der Stengelunterseite eine stärkere Herabsetzung der Viskosität als oberseits. Auf Grund dieser Ergebnisse betrachten sie eine Verringerung der Plasmaviskosität als die erste Reaktion auf jede Veränderung einer gewöhnten Lage und als primäres Glied in der geotropischen Reizkette[1]) und ziehen weitere Schlüsse auf die Geoperzeption am Klinostaten, in der stabilen und labilen geotropischen Ruhelage, und über die Unabhängigkeit der Geoperzeption von der Verlagerung der Statolithenstärke.[2])

Ich folgte bei der Nachprüfung genau der angegebenen Methode, mit der einzigen Abweichung, daß ich die Reizung, bzw. Beobachtung erst mindestens 30 Minuten (statt 15) nach Herstellung der Schnitte begann, da in der Regel nach 15 Minuten die durch den Wundschock bewirkte Plasmastarre noch nicht völlig zurückgegangen war. Zur Beobachtung kamen nur Zellen mit möglichst gleichmäßiger Umlagerungsfähigkeit der Stärke, und in einer Zelle stets ein und dasselbe Korn. Da trotzdem die Fallgeschwindigkeiten sich als sehr schwankend erwiesen, nahm ich die Messungen stets an fünf verschiedenen Zellen desselben Schnittes vor, an jeder Zelle sechs Messungen, um Fehler infolge individueller Abweichungen der Viskositätswerte in einzelnen Zellen möglichst zu eliminieren. Bei der geringen Zahl der WEBERschen Beobachtungen erscheint eine zufällige Übereinstimmung ihrer Resultate nicht ausgeschlossen. Deshalb führte ich eine bedeutend größere Anzahl von Versuchen für mehrere ihrer Versuchsreihen durch, und zwar mit *Phaseolus*-Keimlingen aus Samen verschiedener Zucht. Doch erhielt ich in keinem Falle eindeutige Ergebnisse, die den Schluß auf einen kausalen Zusammenhang zwischen geotropischer Reizung und Veränderung der Plasmaviskosität zulassen würden.

Bei der angewandten Methode divergieren die Fallzeiten in verschiedenen Zellen ein und desselben Schnittes ebenso stark oder stärker als diejenigen von gereizten und ungereizten Schnitten. Aus den je fünf beobachteten Zellen eines gereizten und eines ungereizten Schnittes läßt sich ebensowohl ein Paar herausgreifen, das

---

1) a. a. O. S. 176.
2) a. a. O. S. 185 f.

die WEBERschen Ergebnisse bestätigt, wie eines, das sie widerlegt, oder eines, das annähernd gleiche Werte für den gereizten wie den ungereizten Zustand aufweist. Ein Beispiel aus Versuchsreihe I mag dies erläutern. Die drei Zahlengruppen jeder Horizontalreihe sind gewonnen an je drei verschiedenen Zellen desselben Schnittes.[1])

T a b e l l e I. Reizdauer 30 Minuten. Fallstrecke 23 μ.

	I						II						III				
nach Rotation am Klinostaten	12.0	11.4	13.2	11.4	16.0	11.6	32.8	22.4	30.6	26.8	30.6	26.4	19.2	20.2	21.0	20.8	19.4
nach Reizung in Horizontallage	16.8	21.2	17.2	17.0	17.0	16.6	24.2	23.2	20.6	21.0	24.6	18.6	24.0	20.2	21.4	25.6	18.2
ohne vorherige Reizung	24.0	18.6	25.2	21.0	22.6	20.8	17.4	18.0	18.0	20.4	20.2	21.0	24.2	19.0	19.0	18.2	21.8

Die Berechnung von Durchschnittswerten aus diesen Zahlen ergab in einigen Fällen Übereinstimmung mit den WEBERschen Befunden, in ebensovielen ein gegenteiliges Resultat. Das wichtigste Ergebnis aber war, daß diese Mittelwerte nicht der Ausdruck einer „typischen Reihe“ sein können, da der Durchschnittsfehler viel zu groß ist[2]) (13—28%). E s i s t a l s o d u r c h a u s u n z u l ä s s i g , d i e a n v e r s c h i e d e n e n Z e l l e n g e m e s s e n e n W e r t e m i t e i n a n d e r z u v e r g l e i c h e n , n o c h w e n i g e r d i e a n v e r s c h i e d e n e n S c h n i t t e n e r h a l t e n e n , wie G. und F. WEBER es taten. Schon HEILBRONN[3]) betont, daß man „auf einem Schnitt von geeigneter Dicke nur ganz wenig Zellen findet, welche die normale Umlagerungsfähigkeit ihres Inhaltes beibehalten haben“. Diese allein aber können zuverlässige Werte abgeben. Aus den WEBERschen Zahlen muß geschlossen werden, daß bei ihren Untersuchungen auch die mancherlei Übergangsstufen von geringfügigster Sinkbewegung bis zu normaler Fallgeschwindigkeit der Stärke zur Beobachtung kamen. Dies mußte

1) Die mir zur Verfügung stehende Stoppuhr zeigte bis Fünftelsekunden genau an.

2) KAUFFMANN, A., Theorie und Methoden der Statistik. Tübingen 1913. S. 68 f.

3) a. a. O. S. 362.

natürlich zu Irrtümern führen. Auch die Beobachtung verschiedener Stärkekörner derselben Zelle, wie sie bei WEBER vermutet werden muß, da sie „womöglich(!), nicht nur ein und dieselbe Zelle, sondern auch ein und dasselbe Korn"[1]) beobachteten, ist unzulässig. Denn auch Körner von ziemlich übereinstimmender Größe und Form weisen oft Differenzen in der Fallgeschwindigkeit auf. Unerklärlich ist mir, daß G. und F. WEBER Plasmaströmungen „nur in den allerseltensten Fällen"[1]) bemerkten, während sie nach meinen Erfahrungen bei *Phaseolus* zwar weniger störend als bei anderen Versuchspflanzen, aber immerhin noch recht häufig auftreten und sicherlich als Fehlerquelle in Betracht kommen. Endlich kann an verschiedenen Stellen derselben Zelle das Protoplasma eine ganz ungleiche Zähigkeit besitzen, die sich öfters bis zu völliger Starre[2]) in einem Teil der Zelle steigert, so daß unbedingt die Fallzeitmessungen alle in der gleichen Zellregion vorgenommen werden müssen. Dies ist ein weiterer Punkt, der in der WEBERschen Arbeit nicht berücksichtigt wurde. Der WEBERschen Erklärung für den auf- und absteigenden Verlauf vieler Fallzeitkurven[3]) kann ich nicht beipflichten, da ich diesen regelmäßigen Verlauf stets dort beobachtete, wo schwache Plasmaströmungen oder intrazelluläre Differenzen in der Plasmaviskosität vorhanden waren, nicht aber bei Zellen mit ganz gleichmäßiger Fallbewegung der Stärkekörner.

Eine Bestätigung der gegen ihre Methode zu erhebenden Einwände geben nun aber G. und F. WEBER selbst in ihrer vorläufigen *Mitteilung über eine weitere Arbeit*[4]), die erschienen ist, als die vorliegenden Untersuchungen schon zum Teil abgeschlossen waren. Die Verfasser modifizierten nämlich ihre frühere Methode genau in der Richtung, wie sie die hier besprochenen Fehlerquellen verlangen.[5]) Dieselben methodischen Forderungen müssen aber natürlich für die Untersuchung der Plasmaviskosität in ihrer Abhängigkeit von der Schwerkraft gelten. Ich möchte sie noch dahin ergänzen, daß nur Versuchsanordnungen zulässig sind, bei denen es möglich ist, alle Messungen an ein und demselben Stärkekorn durchzuführen.

---

1) a. a. O. S. 133.

2) Im Sinne HEILBRONNS. S. Zustand des Plasmas und Reizbarkeit S. 375.

3) a. a. O. S. 171 ff.

4) Die Temperaturabhängigkeit der Plasmaviskosität. Diese Ber. Bd. XXXIV, 1917, Heft 10.

5) a. a. O. S. 840.

Es war natürlich von Interesse, einige der WEBERschen Versuche auch noch unter strenger Berücksichtigung all dieser Forderungen nachzuprüfen. Ich führte dies in der Weise aus, daß ich am ungereizten Schnitt rasch eine Anzahl von Messungen machte und dann das Mikroskop vertikal stellte, ohne die Einstellung zu verändern, so daß das beobachtete Stärkekorn im Gesichtsfeld blieb, während der Schnitt in horizontale Lage kam. Nach bestimmter Reizdauer wurde das Mikroskop wieder umgeklappt und die Beobachtung am gleichen Stärkekorn fortgesetzt. In entsprechender Weise reizte ich Schnitte in der Inverslage und maß hierauf am gleichen Stärkekorn die Fallzeit aufs neue. Bei beiden Versuchsanordnungen erhielt ich ganz übereinstimmende Werte für den gereizten wie den ungereizten Zustand. Ein Beispiel mag dies zeigen.

T a b e l l e II. Reizdauer 20. Minuten. Fallstrecke 11,5 μ.

Fallzeit der Stärkekörner in Sekunden	ungereizt	7.0	7.8	7.0	7.0	6.8	6.8	7.2	6.8	6.6	8.0
	nach Reizung in Horizontallage	7.8	8.2	7.0	7.2	7.4	7.0	6.8	6.8	7.6	7.2

Auch mit dieser bedeutend exakteren Arbeitsmethode lassen sich also die WEBERschen Befunde nicht bestätigen. Deshalb unternahm ich die Nachprüfung noch auf einem anderen Wege. Ich ging dabei aus von der Überlegung, daß so große Differenzen in der Fallzeit der Stärkekörner, wie sie von WEBER gemessen worden waren, *notwendig* auch bei einer U m l a g e r u n g d e r S t a t o l i t h e n s t ä r k e i m u n v e r l e t z t e n S t e n g e l zutage treten müßten, wenn dieser n a c h g e o t r o p i s c h e r R e i z u n g f i x i e r t w i r d, e h e d i e U m l a g e r u n g v o l l s t ä n d i g ist. Sind in verschiedenen Zellen von den Stärkekörnern ungleich große Strecken zurückgelegt worden, so haben wir darin ein Maß für die Verschiedenheit der Plasmaviskosität. Orientierende Versuche zeigten, daß im unverletzten Stengel in den wenigsten Zellen alle Stärkekörner gleich rasch fallen; meistens eilen einzelne Körner oder kleinere Gruppen voraus, wie es sich auch mit der HEILBRONNschen Methode beobachten läßt, und erreichen lange vor den übrigen die physikalisch untere Wand. In vielen Zellen haftet sogar nach einer 4—6 Minuten andauernden Inverslage noch die Mehrzahl der Stärkekörner an der physikalisch oberen Wand. Auch hier dokumentiert sich eine weitgehende Verschiedenheit der Plasmaviskosität in verschiedenen Zellen. Da die von den einzelnen Stärkekörnern zurückgelegten Strecken so stark untereinander differieren, so lassen sich die Unterschiede in der Viskosität des Protoplasmas nicht unmittelbar aus dem anatomischen Bilde ablesen. Einen Maßstab

für diese bietet aber die Entfernung des am raschesten gesunkenen Stärkekorns jeder Zelle von der physikalisch oberen Wand, sofern das betreffende Korn noch nicht die untere Wand erreicht hat. Die Messung des zurückgelegten Weges an einer größeren Anzahl von Zellen müßte also Differenzen zwischen verschiedenen Stengelteilen bezüglich ihrer Plasmaviskosität unmittelbar zum Ausdruck bringen.

Ich führte diese Untersuchung zunächst an phototropisch gekrümmten Keimlingen von *Phaseolus multiflorus* und *Helianthus annuus* aus, bei denen nach den WEBERschen Befunden eine geringere Viskosität in den Zellen der Stengelunterseite gegenüber denen der Oberseite zu erwarten war, überdies eine Herabsetzung der Viskosität im gekrümmten, in geotropischer Reizlage befindlichen Stengelteil gegenüber dem basalen ungekrümmten Teil. Hier wird der Einwand

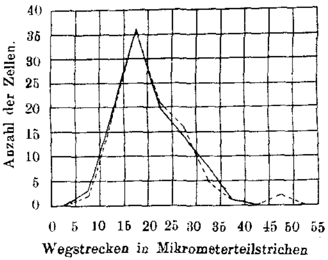


Abb. 1. *Phas. multiflorus*, gekrümmt. Fallstrecken der Stärke für Ober- und Unterseite des Stengels.

hinfällig, die vorhandenen Differenzen in der Fallgeschwindigkeit könnten verwischt sein durch nicht genau gleichzeitige Fixierung der in verschiedenem Reizzustand befindlichen Zellen. Ich hielt die Pflanzen 30 Sekunden in Inverslage und fixierte sie dann rasch in gleicher Stellung in kochendem, 96 prozentigem Alkohol. An Längsschnitten maß ich an je 100 Zellen den Abstand des am weitesten gesunkenen Stärkekorns von der physikalisch oberen Wand, indem ich die zurückgelegten Strecken in Gruppen von je 5 zu 5, bzw. 10 zu 10 Mikrometerteilstrichen (1 Teilstrich $= 2{,}3\,\mu$) zusammenfaßte. Berücksichtigt wurden nur die Zellen, in denen die Stärke noch nicht die physikalisch untere Wand erreicht hatte. Es ergab sich bei allen Messungen eine ziemlich regelmäßige Variationskurve, deren Maximum eine auffallend konstante Lage aufweist. Ich führe ein Beispiel an.

Die Abszisse bezeichnet die zurückgelegten Wegstrecken, von 5 zu 5 Mikrometerteilstrichen zusammengefaßt, die Ordinate die Zahl der Zellen, auf welche diese Strecken entfallen. Die ausgezogene Kurve gibt die für die Stengelunterseite gefundenen Werte, die punktierte diejenigen der Oberseite. Die Übereinstimmung ist so vollständig als möglich. Ganz ähnlich fand ich sie bei einer größeren Zahl vergleichender Messungen an *Phaseolus multiflorus* und *Helianthus annuus*, sowohl beim Vergleich von Ober- und Unterseite, als von gekrümmtem und geradem Stengelteil. Nirgends ließen sich Differenzen in der Plasmaviskosität im Sinne der WEBER'schen Ergebnisse aufweisen.

Ich prüfte darauf noch ihre Versuchsreihen I, VI und VII mit Hilfe dieser Methode nach. Es wurden stets gleich alte und möglichst gleich entwickelte Pflanzen verglichen, die einen 15—90 Minuten geotropisch gereizt, dann um 180° gedreht und nach 30 Sekunden fixiert, die Kontrollpflanzen nach 30 Sekunden Inverslage fixiert. Auch hier ergab sich durchwegs eine gute Übereinstimmung der Werte, nirgends aber eine Herabsetzung der Viskosität infolge der geotropischen Reizung.

Eine weitere Verifikation unserer Frage versprach endlich die Untersuchung der Verteilung des Protoplasmas in der geotropisch gereizten Zelle. Falls als erste Reaktion wirklich eine erhebliche Verringerung der Plasmaviskosität eintritt, so besteht die Möglichkeit, daß bei nicht zu kurzer geotropischer Reizung das Protoplasma selbst bis zu einem gewissen Grade dem Zug der Schwere folgt und sich an der physikalisch unteren Wand als Ansammlung oder als etwas dickerer plasmatischer Wandbelag erkennen ließe. Der ersteren Annahme widersprechen direkt die Befunde von NĚMEC[1]) an Statolithenzellen der Wurzelspitze. Seine Beobachtung, daß in geotropischer Reizlage (Horizontal- oder Inverslage positiv geotropischer Wurzeln) Plasmaansammlungen an den morphologisch — früher auch physikalisch — unteren Wänden der *Columella*zellen auftreten, kann ich für *Pisum sativum* und *Vicia faba* bestätigen. Eine solche Ansammlung muß nun aber, besonders bei invers gestellten Zellen, auf eine erhebliche Plasmazähigkeit hindeuten und dürfte mit herabgesetzter Viskosität kaum vereinbar sein. Die zweite, oben erwähnte Möglichkeit prüfte ich an plasmolysierten Epikotylen von *Phaseolus multiflorus*, die zuvor

1) Ueber die Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. XXXVI, 1901, S. 147 ff. — Die Perzeption des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. Diese Ber. Bd. XX, 1902, S. 351 f.

$\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{2}$ Stunde in horizontaler Lage gereizt waren. Doch ließ sich nirgends eine Differenz in der Stärke der plasmatischen Hautschicht feststellen.

Nachdem G. und F. WEBER durch die Modifizierung ihrer früheren Methode selber deren Unzulänglichkeiten zugestanden haben, dürften sie angesichts der vorliegenden Befunde schwerlich die mit jener Methode gewonnenen Resultate aufrecht erhalten können. Der von ihnen aufgestellte Begriff eines geoviskosischen Effektes und ihre weiteren Folgerungen werden damit hinfällig. Der Satz, daß „bisher nur der Einfluß der Schwerkraft auf die Viskosität des lebenden Plasmas genauer studiert" ist[1]), dürfte somit nur noch in dem Sinne zu Recht bestehen, als mit den vorliegenden Methoden ein solcher Einfluß nicht festgestellt werden kann.

Berlin, im März 1917.

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

---

29. Harald Kylin: Über die Entwicklungsgeschichte und die systematische Stellung der Tilopterideen.

(Eingegangen am 24. März 1917.)

„Trotz der hübschen Arbeiten von KJELLMAN, REINKE, KUCKUCK, SAUVAGEAU, BORNET, BREBNER u. a. weisen gerade hier unsere Kenntnisse noch recht große Lücken auf, weil immer nur gelegentliche Beobachtungen gemacht werden konnten." Diese Worte lesen wir in OLTMANNS Morphologie und Biologie der Algen, Bd. 1 (1904), S. 473, und seitdem sie geschrieben wurden, ist meines Wissens keine Arbeit erschienen, die neue Beohachtungen über die Tilopterideen mitteilt.

Während der algologischen Untersuchungen, die ich seit mehreren Jahren an der schwedischen Westküste in der Nähe der zoologischen Station Kristineberg betrieben habe, habe ich versucht, Tilopterideen zu bekommen, aber immer vergebens. Ich habe des-

1) WEBER, P. & G., Die Temperaturabhängigkeit der Plasmaviskosität. Diese Ber. Bd. XXXIV, 1917, S. 837.

halb keine neuen Beobachtungen mitzuteilen. Nach dem Durchlesen der einschlägigen Literatur scheint es mir aber, als ob wir aus den schon vorliegenden Untersuchungen mehr herausholen könnten, als bis jetzt, wenn wir nämlich diese Untersuchungen in das Licht der modernen Forschungen über den Generationswechsel der Pflanzen bringen. Es scheint mir auch, als ob die systematische Stellung der Tilopterideen mit den Gesichtspunkten, die ich unten mitteilen werde, nicht so uusicher wie früher bliebe, und als ob wir mit denselben Gesichtspunkten das System der Phaeophyceen im ganzen besser verstehen könnten.

Zuerst möchte ich die wichtigeren Angaben über die Entwicklungsgeschichte der Tilopterideen kurz zusammenstellen.

Haplospora globosa.

Diese Alge ist von KJELLMAN (1872, S. 5) beschrieben und dann von REINKE (1889, S. 108) näher untersucht worden. Habituell ist sie am ehesten einer *Ectocarpus*-Art ähnlich. Die Zellen im unteren Teile des Sproßsystems sind durch longitudinale Wände in derselben Weise wie die Zellen einer *Sphacelaria* geteilt. In den oberen Teilen des Sproßsystems treten longitudinale Zellwände dagegen nicht auf.

Die Alge vermehrt sich mit einer Art Monosporen, die in besonderen Sporangien, Monosporangien, gebildet werden. Die Sporangien sind im allgemeinen kurz gestielt, seltener ungestielt, können aber bisweilen, wie von REINKE nachgewiesen worden ist, sogar interkalär sein. Das Sporangium ist anfangs einkernig, vor der Reife teilt sich aber der Zellkern; die beiden Tochterkerne teilen sich noch einmal, ohne daß eine nennenswerte Veränderung im übrigen Zellinhalt erfolgt. Jedes Sporangium bildet nur eine Spore, die sich schon im Sporangium mit einer zarten Membran umgibt. Die reifen Sporen sind demnach beim Austreten aus den Sporangien mit einer Zellwand versehen. Sie sind unbeweglich und enthalten vier Zellkerne.

Bei der Keimung teilt sich die schon anfangs vierkernige Spore in einen Komplex von vier Zellen, die je einen Kern enthalten. Bei regelmäßigem Ansatz dieser Scheidewände erhält man eine Teilung der Spore, die denjenigen der Mutterzellen von Farnsporen und Pollenkörnern gleich ist. Manchmal ist die Stellung der Teilungswände unregelmäßiger, stets bilden sich aber zuerst vier Zellen um die vier Kerne der Spore. Dann fächert sich der jetzt vierzellige Komplex nach vorausgegangener Kernteilung durch weitere Zellwände.

Bisweilen keimen die Sporen schon in den Sporangien. Als eine abnorme Keimung ist der Fall zu bezeichnen, daß die vierkernige Spore, ohne sich zuerst in vier Zellen zu fächern, eine rhizoidenartige Verlängerung bildet. In Ausnahmefällen können die Sporangien mehr als vier Kerne enthalten. REINKE hat solche mit 6, 8 und 12 Zellkernen gefunden, ohne daß eine Fächerung eingetreten war.

REINKE hat „Hunderte von Exemplaren der *Haplospora globosa* durchmustert, an sehr verschiedenen Standorten und zu verschiedenen Zeiten gesammelt, aber niemals andere Fortpflanzungsorgane an denselben gefunden als die beschriebenen Sporangien mit der einen, großen, ruhenden Spore und den vier oder mehr Kernen. Diese Spore ist aber ganz sicher ungeschlechtlichen Ursprungs und auch bei der Keimung findet keinerlei geschlechtlicher Kontakt statt." Er trägt daher kein Bedenken, *Haplospora globosa* für eine durchaus ungeschlechtliche Pflanze zu erklären.

Scaphospora speciosa.

Die Alge, die in vegetativer Hinsicht den vorhergehenden vollkommen gleich ist, ist ebenfalls zuerst von KJELLMAN (1872, S. 26, und 1877, S. 29) beschrieben, dann näher von REINKE (1889, S. 125) untersucht worden.

Diese Art besitzt zweierlei Fortpflanzungsorgane, die von KJELLMAN (1877) als Oosporangien und Zoosporangien bezeichnet worden sind. Die Oosporangien sind den Monosporangien bei *Haplospora globosa* ähnlich, unterscheiden sich aber von diesen dadurch, daß sie nicht gestielt, sondern stets ungestielt oder interkalär sind. Die Zoosporangien sind am ehesten mit den plurilokulären Sporangien bei einer *Pylaiella* vergleichbar.

Die Oosporangien bilden je eine Spore, die als eine membranlose, einkernige Protoplasmamasse entlassen wird. REINKE hat die Sporen der Oosporangien als Eier und dementsprechend die Oosporangien als Oogone bezeichnet.

Die Zoosporangien bezeichnet REINKE als Antheridien; den Austritt der Spermatozoiden hat er aber nicht gesehen. Zwischen frischen Exemplaren von *Scaphospora* mit entleerten Sporangien hat er indessen vereinzelte, kleine Schwärmzellen beobachtet, deren Größe genau derjenigen des Inhaltes einer Sporangienzelle entsprach, und welche zwei Geißeln besaßen, die nach Art der Phäosporeen-Schwärmer angeheftet zu sein schienen. — Auch KJELLMAN neigt der Auffassung zu, daß die Zoosporangien eben Antheri-

dien darstellen. Er schreibt (1877, S. 33): „Ich habe sie Zoosporangien genannt, obschon es nicht unmöglich scheint, daß sie Antheridien sein können."

REINKE hat die Befruchtung bei *Scaphospora* nicht gesehen, und auch das weitere Schicksal der hypothetischen Eier in den Kulturen nicht verfolgen können. Dagegen fand er in frischen, älteren Büscheln von *Scaphospora* Eier, die sich mit einer Membran umgeben hatten, ferner solche, die eine einmalige Teilung durch eine Zellwand zeigten mit einem Kern in jeder Zelle, und von denen eine Zelle eine rhizoidenartige Ausstülpung getrieben hatte. Er betrachtet diese Stadien als die ersten Keimungsstadien der Oosporen.

Die Untersuchung über *Scaphospora* ist ja nicht vollständig, REINKE nimmt aber an, daß die Alge geschlechtlich ist, und daß die Oosporen wirklich Oogone darstellen und ihre Inhaltskörper Eier, während die Zoosporangien Antheridien sind und ihre Inhaltskörper Spermatozoiden.

Haplospora globosa und *Scaphospora speciosa.*

Nach REINKE sind *Haplospora* und *Scaphospora* nicht zwei verschiedene Arten, sondern stellen nur zwei verschiedene Generationen einer und derselben Art dar, die daher *Haplospora globosa* heißen soll. *Scaphospora* ist die geschlechtliche Generation von *Haplospora*. Ich glaube, daß diese Auffassung vollkommen richtig ist, und wenn wir eine moderne Terminologie benutzen, sagen wir also, daß *Scaphospora* eine Gametophytengeneration, *Haplospora* dagegen eine Sporophytengeneration einer und derselben Art darstellt. Und ist nun ihrerseits diese letztere Terminologie richtig, muß *Scaphospora* haploid, *Haplospora* diploid sein.

Ist nun *Haplospora* diploid, so muß man erwarten, daß bei der Sporenbildung eine Reduktionsteilung stattfindet, und ich glaube, daß dies auch der Fall ist. Das eigentümliche Auftreten von vier Zellkernen in den reifen Sporen scheint mir dafür zu sprechen. Das Monosporangium bei *Haplospora* würde mit dem Tetrasporangium einer *Dictyota* homolog und die vierkernige Monospore bei *Haplospora* mit den vier Tetrasporen bei *Dictyota*.

Die Homologie der Monosporangien bei *Haplospora* mit den Tetrasporangien bei *Dictyota* ist schon von REINKE hervorgehoben worden. Er schreibt (*1889*, S. *118*): „Am nächsten stehen die Sporen von *Haplospora* noch den Tetrasporangien der Dictyotaceen. Beide entstehen auf ungeschlechtlichem Wege, in beiden bilden sich normal vier Zellkerne, auf deren Bildung eine Zerklüftung in

4 Zellen folgt. Dann aber tritt der Unterschied im Verhalten der beiden Pflanzentypen hervor. Bei den Dictyotaceen sondern sich die vier Teilzellen vor einer Membranbildung voneinander und umgeben sich erst nach der Trennung mit einer Zellhaut, worauf jede der vier Einzelzellen als besondere Spore keimt. Bei *Haplospora* hingegen ist die Verteilung des Sporangiuminhalts, welche nach der Erzeugung der vier Kerne Platz greift, normal begleitet von Scheidewandbildung, und die Scheidewände haften fest aneinander, so daß aus einem Sporangium nicht vier Keimlinge, sondern nur einer hervorgeht."

REINKE schreibt weiter: „Will man durchaus auch aus dem Verhalten der unbeweglichen Spore ein Analogon zu den Phäosporeen konstruieren, so müßte man die Spore von *Haplospora* morphologisch einem unilokulären Phäosporeen-Sporangium homolog setzen, daß sich nicht in Schwärmsporen geteilt hat; die Anschauung würde eine Stütze erhalten, wenn die ungeteilten Sporen mit 8 und 10 Zellkernen als ebenso normal anzusehen wären, wie die vierkernigen Sporen."

REINKE vermutet also (wenigstens unter gewissen Voraussetzungen) eine Homologie zwischen den unilokulären Sporangien der Phäosporeen, den Monosporangien bei *Haplospora* und den Tetrasporangien der Dictyotaceen, und ich glaube, daß er dabei das Richtige getroffen hat. — Nach STRASBURGER (1906, S. 3) können aber die Tetrasporangien der Dictyotaceen nicht von den Sporangien der Phäosporeen abgeleitet werden. Sie seien ein Novum.

SAUVAGEAU (1896, S. 243) erklärt die Beobachtungen, die in bezug auf *Haplospora* und *Scaphospora* vorliegen, auf eine ganz andere Weise, indem er behauptet, daß die Monosporangien bei *Haplospora* keine Sporangien, sondern Oogone darstellen, deren Eier parthenogenetisch keimen. In einer späteren Arbeit (1899, S. 130) glaubt er aber, daß sowohl die Oosporangien bei *Scaphospora* wie die Monosporangien bei *Haplospora* eine Art Brutknospen (propagula) sind, am ehesten mit den Brutknospen bei *Heterospora*, *Acinetospora*, *Choristocarpus* und den Sphacelariaceen vergleichbar (vgl. unten). Er kann indessen meiner Meinung nach nicht genügend erklären, daß die behaupteten Brutknospen (Monosporen) bei *Haplospora* membranbekleidet und vierkernig, bei *Scaphospora* dagegen membranlos und einkernig sind. Und doch stellen auch nach SAUVAGEAU *Haplospora* und *Scaphospora* nicht zwei Arten, sondern nur eine dar.

Nach SAUVAGEAU (1899, S. 118) soll BREBNER an einem Exemplar von *Haplospora globosa* Monosporen mit vier Kernen, Monosporen mit einem Kern und Antheridien gefunden haben. —

Die Arbeit von BREBNER ist mir leider nicht zugänglich. — Meine oben dargestellte Meinung kann diese Beobachtung nicht erschüttern, und zwar weil schon REINKE (1889, S. 137) beobachtet hat, daß in den noch nicht reifen Oogonien eine Vermehrung der Kerne auftreten kann, wenn man die Alge zu kultivieren versucht. Und es ist wohl nicht ausgeschlossen, daß solche, ganz sicher pathologischen Erscheinungen, bisweilen auch in der Natur auftreten können.

Tilopteris Mertensii.

Die Struktur der vegetativen Teile dieser Alge entspricht derjenigen von *Haplospora* und *Scaphospora*. Der Thallus ist unten *Sphacelaria*artig mehrreihig, oben *Ectocarpus*artig einreihig.

THURET (1855, S. 6) und BORNET (1891, S. 367) haben zwei Fortpflanzungsorgane bei *Tilopteris* beschrieben, nämlich Antheridien und Oosporangien. Die Antheridien stimmen in bezug auf ihren Aufbau mit denen bei *Scaphospora* überein. Das Austreten der Spermatozoiden ist von BORNET beobachtet worden. Die Oosporangien sind interkalär. In der Regel sitzen je zwei zusammen, die eine hinter der anderen. Jedes Oosporangium enthält nur eine Spore, und THURET und BORNET glauben, daß sie ein Ei darstellt. Die Befruchtung haben die beiden Forscher nicht beobachtet, sie haben aber gefunden, daß die Sporen bisweilen innerhalb der Sporangien keimen können. Die Antheridien und die Oosporangien entwickeln sich auf denselben Individuen, sogar auf denselben Ästchen. — Die Exemplare, die der Beschreibung von THURET und BORNET zugrunde liegen, waren in der Nähe von Cherbourg eingesammelt worden.

Tilopteris ist ferner auch bei Helgoland eingesammelt, und die Exemplare sind näher von REINKE (1889, S. 155) beschrieben worden. Diese trugen alle Sporangien, die den oben erwähnten Oosporangien gleich waren; Antheridien waren nicht vorhanden. Nach REINKE enthalten die älteren Sporangien 2, 4 und hier und da noch mehr Kerne. Schon innerhalb der Sporangienhülle umgibt sich der Inhalt, die Spore, mit einer besonderen Membran. Die von REINKE untersuchten Sporen von *Tilopteris* erinnern demnach in hohem Grade an die Monosporen bei *Haplospora*. Er trägt auch kein Bedenken, die untersuchten *Tilopteris*-Exemplare für durchaus ungeschlechtlich zu erklären, und sie den von THURET gefundenen geschlechtlichen Individuen als eine ungeschlechtliche Generation gegenüberzustellen. — KUCKUCK (1895, S. 297) hat später bei Helgoland auch Geschlechtspflanzen von *Tilopteris* gefunden, bei welchen Antheridien und Oosporen (Oogone) auf denselben Zweigen standen.

Nach einer Angabe von SAUVAGEAU (1896, S. 244) hat GUIGNARD *Tilopteris* in der Nähe von Cherbourg wiedergefunden. Die Exemplare trugen sowohl Antheridien wie Oogone, die Antheridien waren aber, ähnlich wie bei THURETs Exemplaren, viel seltener als die Oogone. Jedes Oogon enthielt ein Ei, welches beim Austreten membranlos war und nur einen Zellkern besaß. Die Befruchtung wurde nicht beobachtet.

Nach den Angaben in der Literatur haben wir demnach bei *Tilopteris* zweierlei Individuen, teils solche, die Antheridien besitzen, teils solche, welche diese entbehren. Bei beiden Arten von Individuen sind Monosporangien vorhanden, die Sporen der antheridientragenden sind indessen membranlos und einkernig, die Sporen der nicht-antheridientragenden dagegen membranbekleidet und (zwei-) vier- oder bisweilen mehrkernig. Die Monosporangien sind demnach von zwei verschiedenen Arten, und ich trage kein Bedenken, die Sporangien der antheridientragenden Individuen als Oogone und ihre Sporen als Eier zu bezeichnen, in ähnlicher Weise wie es ja schon REINKE getan hat. Die Sporangien, die membranbekleidete, vierkernige Sporen besitzen, sind mit den Monosporangien bei *Haplospora* homolog.

Meiner Meinung nach haben wir bei *Tilopteris* einen regelmäßigen Generationswechsel in ähnlicher Weise wie bei *Haplospora* und *Scaphospora*, d. h. einen Wechsel zwischen einem Sporophyten und einem Gametophyten, zwischen einer diploiden und einer haploiden Generation. Die Vierkernigkeit der Sporen der Monosporangien deutet darauf hin, daß in diesen Sporangien eine Reduktionsteilung vonstatten geht.

Die Gattungen *Tilopteris* und *Haplospora* (*Scaphospora*) sind miteinander nahe verwandt. REINKE (1889, S. 157) ist sogar der Auffassung, daß man *Haplospora* mit *Tilopteris* vereinigen und also *Haplospora globosa* als *Tilopteris globosa* bezeichnen könnte.

Heterospora Vidovichii.

In bezug auf die Organisation dieser Alge verweise ich auf die Untersuchungen von BORNET (1891, S. 363) und KUCKUCK (1895, S. 290). Nur die wichtigeren Angaben möchte ich wiedergeben.

In vegetativer Hinsicht unterscheidet sich diese Alge von den vorhergehenden dadurch, daß die Zellen nie durch longitudinale Wände geteilt werden; sie nähert sich demnach den *Ectocarpus*-Arten und ist auch zuerst als ein *Ectocarpus* beschrieben worden (*E. Vidovichii*, *E. geminatus*).

Als Fortpflanzungsorgane sind schon seit langem die Monosporangien bekannt. Diese sind den Monosporangien bei *Haplospora* ähnlich, und die Alge ist deshalb von BORNET zu dieser Gattung gestellt worden. Die Sporen von *Heterospora* sind in ähnlicher Weise wie bei *Haplospora* membranbekleidet, unterscheiden sich aber von den *Haplospora*-Sporen dadurch, daß sie nie mehr als einen Zellkern enthalten (KUCKUCK 1895, S. 295). Sie keimen schnell und leicht, und können sogar keimen, ehe sie aus den Sporangien entleert sind.

In einer Kultur erhielt KUCKUCK außer den Monosporangien auch unilokuläre Sporangien, die mehrere Zoosporen enthielten. Ebenso wie die Monosporen können auch die Zoosporen innerhalb der Sporangien keimen. KUCKUCK betrachtet beiderlei Sporen als ungeschlechtlich.

Acinetospora pusilla.

Die Alge ist zuerst unter dem Namen *Ectocarpus pusillus* beschrieben worden. In vegetativer Hinsicht ist sie *Heterospora Vidovichii* nicht unähnlich. Ich werde hier nur die wichtigeren Angaben über die Fortpflanzungsorgane mitteilen und verweise übrigens auf die Untersuchungen von BORNET (1891, S. 356) und SAUVAGEAU (1899, S. 107).

Die Alge besitzt dreierlei Fortpflanzungsorgane, nämlich plurilokuläre Sporangien, unilokuläre Sporangien und Monosporangien.

Die plurilokulären Sporangien besitzen besonders große Fächer und dementsprechend große Sporen, die entweder beweglich oder unbeweglich (Zoosporen oder Aplanosporen) sind (vgl. SAUVAGEAU 1899, S. 108). Im allgemeinen sollen sie jedoch unbeweglich sein. Sie keimen leicht, nicht selten schon, während sie noch in den teilweise entleerten Sporangien eingeschlossen sind (BORNET 1891, S. 358).

Die unilokulären Sporangien sind äußerst selten. Sie treten auf denselben Individuen wie die plurilokulären auf. Ihre Sporen sind beweglich oder unbeweglich, und keimen leicht, sogar noch in den Sporangien eingeschlossen (SAUVAGEAU 1899, S. 109).

Die Monosporangien kommen auf denselben Individuen wie die pluri- und unilokulären vor. Sie enthalten je eine membranbekleidete, einkernige Spore (SAUVAGEAU 1899, S. 110). Die Sporen keimen leicht, und in Kultur erhielt SAUVAGEAU Keimlinge, die sich wieder mit Monosporen vermehrten.

Nach SAUVAGEAU (1899, S. 117) sind *Heterospora Vidovichii* und *Acinetospora pusilla* miteinander nahe verwandt, und er findet es nicht unwahrscheinlich, daß man eines Tages die beiden Arten

als zwei Varietäten einer und derselben Art betrachten könnte. Zurzeit vereinigt er diese beiden Gattungen zu einer Gruppe, Acinetosporeae, die er eine Zwischenstellung zwischen *Ectocarpus* und den Gattungen *Tilopteris* und *Haplospora* einnehmen läßt.

Die Monosporangien bei *Heterospora* und *Acinetospora* vergleicht SAUVAGEAU einerseits mit den Brutknospen der Sphacelariaceen, andererseits mit den Monosporangien bei *Tilopteris* und *Haplospora*. In diesem Zusammenhang interessiert uns nur der letztere Gesichtspunkt, und dabei möchte ich hervorheben, daß doch ein großer Unterschied darin liegt, daß die Monosporen bei *Heterospora* und *Acinetospora* einkernig, bei *Tilopteris* und *Haplospora* dagegen vierkernig sind. Meiner Meinung nach sind die Monosporen dieser Algen verschiedenartige Bildungen, die nichts Näheres miteinander zu tun haben. Die einkernigen Monosporen bei *Heterospora* und *Acinetospora* stellen, meine ich, eine Art Brutknospen dar, die eine vegetative Vermehrung besorgen, welche außerhalb eines Generationswechsels liegt, die vierkernigen Monosporen bei *Tilopteris* und *Haplospora* dagegen besorgen diejenige vegetative Vermehrung, die mit einem Generationswechsel im Zusammenhang steht. Und ist nun diese Meinung richtig, so können wir nicht behaupten, daß die Acinetosporeen und die Tilopterideen, soweit wir sie bisher kennen, eine nähere Verwandtschaft miteinander zeigen.

Christocarpus tenellus.

Diese Alge ist von KUCKUCK (1895, S. 305) näher beschrieben worden. Es ist hervorzuheben, daß sie mit einer Scheitelzelle in ähnlicher Weise wie die Sphacelariaceen wächst, daß sie aber keine longitudinalen Zellwände besitzt. Als Fortpflanzungsorgane besitzt sie uni- und plurilokuläre Sporangien, die auf verschiedenen Individuen vorkommen. Die mit unilokulären Sporangien versehenen Individuen tragen daneben zweizellige Brutknospen.

Die systematische Stellung dieser Alge ist nicht völlig klar, doch scheint es mir, als ob sie zusammen mit der Gattung *Sphacella* ohne größere Bedenken zu den Sphacelariaceen gestellt werden könnte. Nach KUCKUCK ist nur ein Merkmal vorhanden, das gegen eine Vereinigung mit den Sphacelariaceen spricht, nämlich, daß die Zellwände nicht wie bei den Sphacelariaceen von Eau de Javelle schwarz gefärbt werden. Gegenwärtig scheint es mir aber am besten, *Choristocarpus* zu den Sphacelariaceen zu stellen. Mit den Tilopterideen hat diese Art jedenfalls nichts zu tun, und ist mit den Acinetosporeen wahrscheinlich auch nicht näher verwandt.

Die systematische Stellung der Tilopterideen.

Unter den Braunalgen hat THURET (1855, S. 14) vier Ordnungen unterschieden, nämlich die Dictyotaceen, die Fucaceen, die Tilopterideen und die Phäosporeen (vgl. LE JOLIS 1864, S. 16). Die Ordnung Tilopterideae enthielt nur eine Art *Tilopteris Mertensii*. Später sind zu dieser Ordnung von verschiedenen Forschern die Gattungen *Haplospora* (*Scaphospora*), *Heterospora* und *Acinetospora* hinzugefügt worden. Aus dem oben Angeführten geht indessen hervor, daß ich nur die Gattungen *Tilopteris* und *Haplospora* als wirkliche Tilopterideen anerkenne, und daß ich die Acinetosporeen (*Hetereospora* und *Acinetospora*) als mit den Tilopterideen nicht näher verwandt betrachte. Die Acinetosporeen sind gegenwärtig am besten unter den Ectocarpaceen einzureihen. Die systematische Stellung der Tilopterideen (*Tilopteris* und *Haplospora*) will ich etwas näher beleuchten.

Die Tilopterideen haben sich aus den Ectocarpaceen entwickelt, am ehesten aus solchen Formen wie *Pylaiella*. Longitudinale Zellwände, die für die unteren Teile des Sproßsystemes der Tilopterideen so charakteristisch sind, finden wir auch in vereinzelten älteren Zellen bei *Pylaiella*, und das Vorkommen solcher Zellwände braucht demnach nicht für eine verwandtschaftliche Beziehung zwischen den Tilopterideen und den Sphacelariaceen zu sprechen.

In vegetativer Hinsicht stimmen die Tilopterideen ziemlich gut mit den Ectocarpaceen überein. Die Fortpflanzungsverhältnisse sind aber bei den beiden Gruppen sehr verschieden. Die geschlechtliche Vermehrung geschieht bei den Ectocarpaceen durch eine Kopulation von beweglichen Gameten (Isogameten oder weiblichen und männlichen Gameten), bei den Tilopterideen dagegen durch Eier und Spermatozoiden, die sich jedoch sicher aus den Gameten der Ectocarpaceen entwickelt haben. Die ungeschlechtliche Vermehrung findet bei den Ectocarpaceen durch Zoosporen statt, die in den unilokulären Sporangien gebildet worden sind, bei den Tilopterideen dagegen durch vierkernige Monosporen, die in besonderen Monosporangien entstehen. Über die Homologie der Monosporangien der Tilopterideen mit den unilokulären Sporangien der Ectocarpaceen ist schon oben gesprochen worden.

Die oben erwähnten großen Verschiedenheiten in den Fortpflanzungsverhältnissen rechtfertigen, daß man die Tilopterideen als eine von den Ectocarpaceen, und damit auch von den Phäosporeen, getrennte Ordnung auffaßt.

Einige Analogien zwischen den Tilopterideen und den Dictyotaceen sind schon von REINKE (1889, S. 118) hervorgehoben worden

Bei beiden Ordnungen haben wir eine geschlechtliche Vermehrung mit Eiern und Spermatozoiden. Die ungeschlechtliche Vermehrung wird bei den Dictyotaceen durch Tetrasporen vermittelt, bei den Tilopterideen dagegen durch vierkernige Monosporen. Wie oben erwähnt wurde, glaube ich aber, daß die Monospore der Tilopterideen mit den vier Tetrasporen der Dictyotaceen homolog ist, und ist diese Vermutung richtig, würden große Ähnlichkeiten in den Fortpflanzungsverhältnissen dieser Ordnungen bestehen, so große sogar, daß hauptsächlich nur die Verschiedenheiten im vegetativen Aufbau uns verhindern, die Tilopterideen den Dictyotaceen zuzuzählen.

Zur Systematik der Phäophyceen.

In ENGLER und PRANTL werden die Dictyotaceen von KJELLMAN als eine besondere Abteilung neben die Phäophyceen gestellt. Die Phäophyceen enthalten zwei Ordnungen nämlich Phaeosporeae, und Cyclosporeae. — Der Name Cyclosporeae wird zum erstenmal von ARESCHOUG (1847, S. 28) verwendet, scheint dann aber vollkommen vergessen worden zu sein, bis er wieder von KJELLMAN in ENGLER und PRANTL aufgenommen wurde.

OLTMANNS unterscheidet in seiner „Morphologie und Biologie der Algen" (1904, S. 348) drei Ordnungen: Phaeosporeae, Akinetosporeae und Cyclosporeae. Die letztere Ordnung enthält zwei Familien: Dictyotaceae und Fucaceae.

Meiner Meinung nach müssen wir zurzeit unter den Phäophyceen fünf Ordnungen unterscheiden, nämlich Phaeosporeae, Tilopteridales, Dictyotales, Laminariales und Fucales. Die richtigeren Merkmale möchte ich folgendermaßen zusammenfassen.

Phaeosporeae. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Gameten, ungeschlechtliche durch Zoosporen. Generationswechsel (noch nicht genügend untersucht) wahrscheinlich vorhanden (vgl. die Untersuchungen von YAMANOUCHI über *Cutleria* und *Zanardinia*).

Tilopteridales. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Eier und Spermatozoiden, ungeschlechtliche durch vierkernige (seltener mehrkernige) Monosporen. Generationswechsel vorhanden; Gametophyten und Sporophyten einander morphologisch gleich.

Dictyotales. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Eier und Spermatozoiden, ungeschlechtliche durch Tetrasporen. Generationswechsel vorhanden; Gametophyten und Sporophyten einander morphologisch gleich.

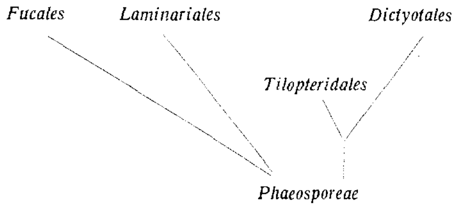
Laminariales. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Eier und Spermatozoiden, ungeschlechtliche durch Zoosporen.

Generationswechsel vorhanden; die Gametophyten mikroskopisch klein, die Sporophyten groß und kräftig entwickelt.[1])

F u c a l e s. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Eier und Spermatozoiden, ungeschlechtliche fehlt. Generationswechsel fehlt. Die Individuen sind diploid und mit der Sporophytengeneration der vorhergehenden Ordnungen homolog.

Eine nähere Verwandschaft zwischen den Dictyotaceen und den Fucaceen besteht nicht, und sie können deshalb nicht in einer und derselben Ordnung eingereiht werden. Die Eier und Spermatozoiden der Dictyotaceen sind nicht mit denen der Fucaceen homolog. Die geschlechtlichen Fortpflanzungskörper der Dictyotaceen sind mit den Gameten der Phäosporeen, diejenigen der Fucaceen dagegen mit den Zoosporen der Phäosporeen oder der Laminariaceen homolog.

Die Verwandtschaftsverhältnisse der Ordnungen der Phäophyceen sind durch folgende Tabelle darzustellen:



U p s a l a, Botanisches Institut, im März 1917.

Literaturverzeichnis.

ARESCHOUG, J. E., Phyceae Scandinaviceae marineae. — Nova acta reg. soc. sc. Ups., S. 2, V. 13, Upsala 1847.

BREBNER, G., On the classification of the Tilopterideae. — Bristol Naturalist soc. proc. V. 8, 1896—97.

BORNET, Ed., Note sur quelques *Ectocarpus*. — Bull. de la soc. bot. de France, T. 38, Paris 1891.

---

1) Zu den Laminariaceen gehört auch die Gattung *Chorda*. In ähnlicher Weise wie bei den Laminariaceen nach den Untersuchungen von SAUVAGEAU und KYLIN entwickeln die Zoosporen von *Chorda filum* mikroskopisch kleine männliche oder weibliche Gametophyten, die Antheridien bzw. Oogonien tragen. *Chorda* ist früher von verschiedenen Forschern an verschiedenen Stellen des Phaophyceensystemes eingeordnet worden.

Kjellman, F. R., Bidrag till kännedomen om Skandinaviens Ectocarpeer och Tilopterideen, Akadem. afh., Stockholm *1872*.

— —, *Über die Algenvegetation des Murmanschen Meeres.* — Nova acta reg. soc. sc. Ups., S. 3, Vol. extra ordinem editum. Upsala 1877.

Kuckuck, P., Über Schwärmsporenbildung bei den Tilopterideen und über *Choristocarpus tenellus* (Kütz). Zan. — Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 28, *Berlin 1895*.

Kylin, H., Über den Generationswechsel bei *Laminaria digitata.* — Sv. bot. Tidskrift, Bd. 10, Stockholm 1916.

Le Jolis, A., Liste des algues marines de Cherbourg. — Mém. de la soc. des sc. nat. de Cherbourg, *T. 10, Paris 1864*.

Reinke, J., Ein Fragment aus der Naturgeschichte der Tilopterideen. — Bot. Zeitung, Jahrg. 47, Leipzig 1889.

Sauvageau, C., Remarques sur la reproduction des Phéosporées en particulier des Ectocarpus. — Ann. des sc. nat., Botanique, S. 8, T. 2, Paris *1896*.

— —, Les Acinetospora et la sexualité des Tiloptéridées. — Journal de Botanique, T. 13, Paris 1899.

— —, Sur la sexualité héterogamique d'une Laminaire (*Saccorhiza bulbosa*). — Compt. rend. de l'Académ. sc., T. *161*, Paris 1915.

— —, *Sur les gamétophytes de deux Laminaires (L. flexicaulis* und *L. saccharina*). — Compt. rend. de l'Académ. de sc., T. 162, Paris 1916.

— —, Sur la sexualité héterogamique d'une Laminaire (*Alaria esculenta*). — Ebenda.

Strasburger, E., *Zur Frage des Generationswechsels bei Phaeophyceen.* — Bot. Zeitung, Jahrg. 64 (Abt. II), Leipzig 1906.

Thuret, G., Recherches sur la fécondation des Fucacées et les anthéridies des algues. — Ann. des sc. nat., Botanique, S. 4, T. 3, Paris 1855.

Yamanouchi S., *The live history of Cutleria.* — Bot. Gaz., V. 54, Chicago 1912.

— —, The live history of *Zanardinia.* — Bot. Gaz., V. 56, Chicago 1913.

30. J. Lütkemüller †: Die Zellmembran und die Zellteilung von *Closterium* Nitzsch.

Kritische Bemerkungen.

(Eingegangen am 26. März 1917.)

Bei der Durchprüfung des wissenschaftlichen Nachlasses des bekannten, im August 1913 plötzlich verstorbenen, Desmidiaceenforschers LÜTKEMÜLLER fand sich diese abgeschlossene kleine Notiz vor. Sie erschien mir wichtig genug, veröffentlicht zu werden, da sie zeigt, daß auch bereits viel bearbeitete Fragen, die oft so gerne als restlos gelöst behandelt werden, wie die Teilung der Desmidiaceen, noch lange nicht jene Klarheit haben, die man erhalten zu haben vermeint. Die Notiz ist unverändert wiedergegeben, bis auf einen Satz, der durch den Tod des Forschers gegenstandslos geworden ist und deshalb auch weggelassen wurde.

ADOLF PASCHER.

Unter dem Titel „Über die Zellwand von *Closterium*" wurde von C. VAN WISSELINGH eine längere Abhandlung veröffentlicht.[1]) Sie ist von Interesse, weil der Verfasser die Struktur der Zellwand und die Zellteilung von *Closterium* in wesentlichen Punkten anders darstellt, als die früheren Untersucher.[2])

Der Autor stellt sich den Zellwandbau und die Zellteilung bei *Closterium* folgendermaßen vor:

Die Zellwand ist nicht aus Segmenten (Schalstücken, Querbinden, Gürtelbändern) zusammengesetzt, sondern einheitlich. Sie besteht aus mehreren Schichten, deren innerste zugleich jüngste zellulosereich ist und vollkommen geschlossen ohne Unterbrechung den Protoplasten umgibt. Darüber lagern ältere Schichten mit geringerem Zellulosegehalt, welche die Zelle nicht vollständig umkleiden, sondern, an den Polen beginnend, mehr oder weniger weit von der Zellmitte entfernt endigen. Die Grenzen dieser Schichten sind in der Flächenansicht durch Querlinien markiert, welche bisher als Segment-

1) Sie erschien in: Zeitschr. f. Botanik, 4. Jahrg., Heft 5, 1912.

2) A. FISCHER, Über Zellteilung der Closteridien. Bot. Zeit. 1883. — P. HAUPTFLEISCH, Zellmembran und Hüllgallerte der Desmidiaceen. Inaug.-Diss. Greifswald 1888; Mitt. d. naturwiss. Ver. f. Neu-Vorpommern u. Rügen, Jahrg. 20. — J. LÜTKEMÜLLER, Die Zellmembran der Desmidiaceen. F. COHNS Beitr. z. Biologie d. Pflanzen Bd. VIII, 1902.

grenzen angesehen wurden. Als äußerste Hülle überzieht ein sehr dünnes cuticulaähnliches Häutchen die gesammte Oberfläche der Zellwand. Bei der Zellteilung wird an der präformierten Teilungsstelle eine Scheidewand gebildet, es erfolgt in jeder der beiden Zellhälften die Ausscheidung einer neuen vollkommen geschlossenen innersten Membranschicht, hierauf nach Spaltung der Scheidewand in zwei Blätter die Durchtrennung der Zellwand an der präformierten Teilungsstelle, endlich die Vorwölbung der jungen Zellhälften und die weitere Ausbildung ihrer Zellhaut. Diese geschieht durch Anlagerung neuer Membran-Schichten an der Innenseite der zuerst angelegten Membran.

Wenn ich die Ansicht des Autors richtig aufgefaßt habe, so wird — ich ziehe hier nur die gürtelbandlosen Closterien in Betracht — an einer Zelle, welche noch keine Teilung durchgemacht hat (an einem Keimling) die Zellwand, sobald sie vollständig ausgebildet ist, aus einer bestimmten in beiden Hälften gleichen Anzahl von Schichten bestehen. Da nun bei jeder Teilung in der älteren Zellhälfte eine Schicht zuwächst, so müssen beispielsweise an einer Zelle, welche 4 Teilungen absolviert hat, in der älteren Hälfte um 4 Schichten mehr nachweisbar sein, als in der jüngeren. Eine präzise Angabe darüber findet sich in VAN WISSELINGH. Aufsatz nicht, ich war daher bemüßigt, durch eigene Untersuchung mir Klarheit zu verschaffen.

Hierfür wählte ich, um die Arbeit nicht unnötig zu erschweren, wieder die größte bekannte Spezies, *Closterium turgidum* Ehrb. *subsp. giganteum* Nordst., von welcher mir noch etwas trockenes Material zur Verfügung stand. Dasselbe wurde in Wasser durch längere Zeit aufgeweicht, dann mit verschiedenen Quellungsmitteln behandelt und gründlich ausgewaschen, worauf Färbung mit Rutheniumrot oder die Zellulosereaktion mit Jodjodkalium und Schwefelsäure folgte. Wenn bei der Zellulosereaktion die Schwefelsäure in der richtigen Konzentration einwirkte, so quoll die Zellmembran stark auf und es ließen sich an den Seitenwänden sowohl der älteren als der jüngeren Zellhälfte[1]) stets fünf Schichten unterscheiden, deren innere Ränder tiefblau gefärbt waren, während die Hauptmasse jeder Schicht nur eine blaßblaue oder keine Färbung zeigte. Eine größere Zahl von Schichten in der älteren Zellhälfte fand ich nie, auch wenn dieselbe schon 4 oder 5 Teilungen hinter sich hatte. Die Schichtung endet

1) Untersucht wurden durchweg Zellen, an deren jüngeren Hälften die Membran bereits vollständig ausgebildet und mit Riefen sowie Poren versehen war.

in der älteren Zellhälfte am Rande des Schalstückes, in der jüngeren an der präformierten Teilungsstelle (Ringfurche). An den Querbinden ließ sie sich nicht sicher nachweisen; ichkonnte nur eine innere Partie, die stärker, und eine äußere, die schwächer blau gefärbt war, unterscheiden, sie waren aber nicht scharf voneinander abgegrenzt. Das gleiche Bild wie die Querbinden bot auch das Basalstück der jüngeren Zellhälfte, d. i. der schmale Membranring zwischen der Ringfurche und dem Rand der älteren Zellhälfte. An den Polen hat bei der untersuchten Species die Zellwand eine umschriebene nach innen vorragende Verdickung; hier konnte ich immer nur zwei Schichten feststellen.

Wie man sieht, entspricht das Ergebnis dieser Probe in einem Punkte den Angaben von VAN WISSELINGH; es zeigte sich nämlich, daß auch bei *Clost. turgidum subsp. giganteum* in der Zellwand mehr als zwei Schichten oder Lamellen vorhanden sind. Daß aber die Membran einer Zelle nach einer oder mehreren Teilungen stets die gleiche Zahl von Schichten in der älteren und jüngeren Hälfte erkennen läßt, steht mit der Ansicht des genannten Autors über die Zellteilung von *Closterium* in direktem Widerspruch.

Ein Widerspruch besteht auch zwischen des Autors Annahme einer kontinuierlichen innersten Membranschicht[1]) und seinen Ausführungen über die Zellteilung und die Entwicklung der Zellwand in der jungen Hälfte. Wird bei der Teilung eine zusammenhängende Schicht ausgeschieden, so ist sie in der älteren Zellhälfte wohl die innerste, in der jungen aber die äußerste, an deren Innenseite sich nach VAN WISSELINGH allmählich neue Lamellen anlagern. Ob diese die ganze Zelle umgreifen oder auf die jüngere Hälfte beschränkt bleiben, gibt der Autor nicht an. Im ersteren Falle müßte die Wand der älteren Zellhälfte mehr Schichten haben als die der jüngeren, und die Differenz müßte mit jeder weiteren Zellteilung wachsen, was sich mit dem Befund an der von mir untersuchten Species nicht vereinbaren läßt. Endigen dagegen die neu angelegten Membranschichten an der Grenze der jüngeren Zellhälfte, so gibt es keine einheitliche innerste Zellwandschicht, diese besteht vielmehr aus zwei Komponenten, welche zu verschiedenen Zeiten gebildet wurden. Und wenn eine Trennungslinie zwischen beiden sich nicht nachweisen läßt, so kann das nur durch n a c h t r ä g l i c h e Verwachsung bedingt sein.

Das letztere gilt ebenso für die von mir als „Außenschicht",

---

1) An einer anderen Stelle (pag. 349) spricht er von mehreren inneren Schichten, welche den ganzen Zellleib umschließen.

von VAN WISSELINGH als „äußerstes cuticulaähnliches Schichtchen" bezeichnete Hüllhaut. Wie ich glaube, zeigt sie in der Ringfurche stets *eine Unterbrechung*; jedenfalls wird sie hier bei der Zellteilung durchtrennt und in der jungen Zellhälfte neu entwickelt. Wenn ein fester Zusammenhang an den Segmentgrenzen besteht, so ist n a c h t r ä g l i c h e Verwachsung der Grund.

Da VAN WISSELINGH die Zellwand von *Closterium* als nicht segmentiert ansieht, so gibt er konsequenterweise auch Trennungslinien an den Segmentgrenzen nicht zu und führt die diesbezüglichen Angaben früherer Untersucher auf Täuschungen zurück. Hätte er Arten mit dickerer bräunlicher Membran untersucht, so wären ihm diese Linien, welche im Randbild die Zellwand in mehr oder weniger schräger Richtung durchsetzen und ohne Anwendung von Reagenzien deutlich erkennbar sind, gewiß nicht entgangen.

Die Zellwand von *Closterium* könnte übrigens selbst dann als segmentiert bezeichnet werden, wenn VAN WISSELINGHs Angaben über ihren Bau einwandfrei bewiesen wären. Sie läßt deutlich abgegrenzte Zonen erkennen, die innerhalb der einzelnen Zonen gelegenen Partien der Membran wurden zu verschiedenen Zeiten gebildet; das genügt wohl, um sie als gegliedert anzusehen, im Gegensatz zur ungegliederten Zellwand der saccodermen Desmidiaceen.

Wie aus diesen wenigen Bemerkungen hervorgehen dürfte, hat VAN WISSELINGH den Beweis für die Richtigkeit seiner Annahmen nicht erbracht und manche seiner Angaben halten einer strengeren Prüfung nicht stand; es besteht daher vorläufig kein Grund, die geltende Ansicht über die Zellmembran und Zellteilung von *Closterium* wesentlich zu korrigieren.

Einige Punkte mehr untergeordneter Natur, die in der zitierten Arbeit behandelt werden, seien hier flüchtig berührt.

Den Porenapparat, der doch auch einen wesentlichen Bestandteil der Zellwand bildet, hat der Autor gar nicht beachtet; er spricht von „Tüpfeln", diese aber sind nichts anderes als die Draufsicht der Poren.

Die präformierte Teilungsstelle wird stets schon bei der Ausbildung der Membran in der jüngeren Zellhälfte angelegt, im Bereiche derselben kommen Poren überhaupt nicht zur Entwicklung, und es ist daher unrichtig, daß „s p ä t e r" daselbst die „T ü p f e l" verschwinden. Eine Einkerbung des äußeren Randes der Zellwand an dieser Stelle ist bei den meisten größeren Arten auch im lebenden Zustande vorhanden, die schwache innere Vorwölbung beobachtete ich mit Sicherheit nur an entleerten Zellen. Die Bezeichnung „R i n g - f u r c h e" wurde von mir der Kürze wegen gewählt; wer sie bean-

standet und den schwerfälligen Ausdruck „präformierte Teilungsstelle“ vorzieht, möge ihn gebrauchen.

Die nach außen vorspringenden Riefen oder Rippen der Zellwand können bei *Clost. augustatum* Kütz., *Cl. costatum* Corda, *Cl. striolatum* Ehrbg. und vielen anderen Arten mit größter Deutlichkeit gesehen werden; wenn VAN WISSELINGH die Längsstreifen bei *Cl. acerosum* (Schrank) Ehrbg. und *Cl. Ehrenbergii* Men. an die Innenseite der Zellwand verlegt, so ist er einer optischen Täuschung zum Opfer gefallen.

Weitere Beobachtungen VAN WISSELINGHs beziehen sich auf die Gürtelbandbildung. Er fand, daß an Kulturexemplaren von *Cl. acerosum* und *Cl. Ehrenbergii* mitunter Gürtelbänder zur Entwicklung kamen, obwohl diese Arten zu den gürtelbandlosen gerechnet werden. Daraus zog er den Schluß, die Einschaltung eines Membranstückes und die Zellteilung seien keine Prozesse, die regelmäßig miteinander abwechseln, die Einschaltung eines Membranstückes sei kein Merkmal für bestimmte Species oder für eine bestimmte Gruppe (Gürtelbandclosterien), und sie habe für die Systematik keinen Wert.

An der Richtigkeit der Beobachtung ist nicht zu zweifeln, und ich kann aus eigener Wahrnehmung bestätigen, daß Gürtelbandbildung auch bei Arten ohne Ergänzungswachstum vorkommen kann. Das ist darum von Interesse, weil atypisches Ergänzungswachstum, das ist eine Gürtelbandbildung ohne bestimmte Regel, für die Gattungen *Penium* — *Gonatozygon* bekannt ist und das Vorkommen des gleichen Prozesses bei *Closterium* als Beweis für die nahe Verwandtschaft von *Closterium* und *Penium* gelten kann. Immerhin aber ist das atypische Ergänzungswachstum, welches bei *Penium* die Regel bildet, bei *Closterium* nur eine Ausnahme.

Jedem, der sich mit Desmidiaceen eingehend beschäftigt hat, ist bekannt, daß bei der Mehrzahl der *Closterium*arten die Zellwand nur aus zwei Schalstücken besteht, zwischen welchen Querbinden in wechselnder Zahl eingeschaltet sind, während in einer kleineren Artengruppe außer den beiden Schalstücken und den Querbinden noch ein oder zwei Gürtelbänder sich regelmäßig vorfinden. Ebenso steht für die letztere Gruppe fest, daß bei Exemplaren mit nur einem Gürtelband die Zahl der Querbinden eine gerade, bei solchen mit zwei Gürtelbändern eine ungerade ist. Was FISCHER, HAUPTFLEISCH und ich über Zellteilung und Gürtelbandbildung angaben, ist nicht freie Erfindung, sondern der Versuch, bestehende Tatsachen zu erklären.

Weil Zahlen überzeugender wirken als Worte, so prüfte ich von vier *Closterium*arten mit Gürtelbändern, welche sich in meinen Aufsammlungen vorfanden, je 200 Exemplare. Das Resultat zeigen die untenstehenden Tabellen.

Closterium angustatum Kütz.

Querbinden	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	zus.
1 Gürtelband	52		37		15		3		8		—		4		—		2	119
2 Gürtelbänder . .		35		19		11		9		4		1		1		—		80
3 Gürtelbänder . .		1																1
	52	36	37	19	15	11	3	9	8	4	—	1	4	1	—	—	2	200

Closterium didymotocum Corda.

Querbinden	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	zus.
1 Gürtelband	45		36		13		4		4		3		1		—		1	108
2 Gürtelbänder . .		39		19		19		9		3		1		1		—		91
kein Gürtelband . . .	1																	1
	47	39	36	19	13	19	4	9	4	3	3	1	1	1	—	—	1	200

Closterium intermedium Ralfs.

Querbinden	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	23	zus.
1 Gürtelband	45		30		12		9		3		3		—		1		103
2 Gürtelbänder . .		42		28		10		9		3		3		1		1	97
	45	42	30	28	12	10	9	9	3	3	3	3	—	1	1	1	200

Closterium striolatum Ehrbg.

Querbinden	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	zus.
1 Gürtelband	49		28		24		12		4		3		1		1	122
2 Gürtelbänder . .		31		16		19		8		3		1				78
	49	31	28	16	24	19	12	8	4	3	3	1	1	—	1	200

Nach meiner Überzeugung ist es daher vollkommen berechtigt, bei den als Gürtelbandclosterien bezeichneten Arten typisches periodisches Ergänzungswachstum anzunehmen.

Von Arten ohne Ergänzungswachstum wurden zwei untersucht, wieder je 200 Exemplare. Bei diesen war es unnötig, die Zahl der Querbinden zu notieren, nur auf das Vorkommen von Gürtelbändern wurde geachtet. Hier das Ergebnis.

Closterium pseudodianae Roy.

Normal (ohne Gürtelband)	200

Closterium Baileyanum Breb.

Normal (ohne Gürtelband)	197
mit 1 Gürtelband	2
mit 2 Gürtelbändern	1
Zusammen	200

Es betrug also die Zahl der an 1200 Exemplaren beobachteten Fälle regelwidriger Segmentierung zusammen nur 4, d. i. $3^1/_3$ pro mille. Die Ziffer wird selbstverständlich schwanken, sie läßt aber jedenfalls deutlich erkennen, was Regel und was Ausnahme ist.

Das sind Tatsachen, an denen man nicht achtlos vorübergehen darf, man muß vielmehr bemüht sein, sie auch für die Systematik zu verwerten. Darum wurde der Versuch gemacht, die *Closterium*arten auf Grund ihres verschiedenen Wachstums in zwei Gruppen zu sondern: Gürtelbandclosterien mit typischem periodischen Ergänzungswachstum und gürtelbandlose, bei denen das Ergänzungswachstum fehlt. Die spärlich vorkommenden Fälle regelwidriger Segmentierung bilden weder für die Einteilung in eine der beiden Gruppen, noch für die richtige Bestimmung der Arten ein Hindernis, wenn man eine größere Zahl von Exemplaren untersucht.

Eine ernstere Schwierigkeit bieten, soweit bisher bekannt, nur drei Arten: *Cl. didymotocum* Corda, *Cl. Baileyanum* Breb. und *Cl. costatum* Corda. *Cl. didymotocum* zeigt typisches periodisches Ergänzungswachstum, *Cl. Baileyanum* ist gürtelbandlos. Von diesem Merkmal abgesehen stimmen die vegetativen Zellen beider Arten durchaus überein, die Zygosporen wurden bisher nicht gefunden.[1] Es ist also immerhin möglich, daß *Cl. Baileyanum* eine gürtelbandlose Parallelform des *Cl. didymotocum* darstellt. *Cl. costatum* bindet sich bezüglich der Gürtelbandbildung überhaupt an keine Regel; würden viele oder alle *Closterium*arten das gleiche Verhalten zeigen, dann

1 Bei den gürtelbandlosen Arten *Cl. gracile* Breb. und *Cl. Lundellii* Lagerh. ist die Übereinstimmung der vegetativen Zellen eine vollständige, die Zygosporen sind jedoch verschieden.

hätte tatsächlich, wie VAN WISSELINGH meint, das Vorkommen oder Unterbleiben der Gürtelbandbildung als unterscheidendes Merkmal keinen Wert.

Es mag den Systematikern überlassen bleiben, sich mit diesen Schwierigkeiten abzufinden; genaues Studium der einzelnen Arten wird im Laufe der Zeit zu einem abschließenden Urteil führen.

---

31. C. Wehmer: Leuchtgaswirkung auf Pflanzen.

2. Wirkung des Gases auf grüne Pflanzen.

(Eingegangen am 26. März 1917.)

(Mit 4 Textfiguren.)

Wenn die gängige Ansicht, daß schon sehr kleine Leuchtgasmengen in der Atmosphäre für grüne Gewächse giftig sind, zutrifft, so muß sich die Kresse durchaus verschieden von anderen Pflanzen verhalten; sie ist gegen solche unempfindlich. Gleiches habe ich aber auch bereits für einige andere Species festgestellt. Hier sei nur über die Kressenversuche kurz referiert, die Frage nach der besonderen Art der Wirkung des Gases auf das Wachstum scheide ich dabei vorweg ganz aus, konstatiert werden sollte lediglich die Tatsache, ob meine Pflanzen für einige Wochen gesund bleiben oder kränkeln, bzw. eingehen.

Für die Versuche dienten auch hier[1]) in der Regel hermetisch schließende Doppelglocken von rund 4 l Inhalt mit 2 Zuleitungsröhren (vgl. Fig. 3), je nach der gewünschten Konzentration wurden sie nach Einstellen der Kulturtöpfe entweder zunächst mit Gas gefüllt, und dann das entsprechende Luftvolumen vorsichtig zugeleitet, oder es wurde (bei kleineren Gasmengen) dieses in bis zum letzten Augenblick verschlossenen Meßkolben eingebracht. Die Gefäße funktionierten einwandfrei, bei Versuchsabschluß wurde außerdem jedesmal noch auf Vorhandensein von Gas geprüft; nennenswerte Fehler sind also ausgeschlossen. Ein kleines Sicherheitsrohr mit Wasserverschluß regulierte die Druckschwankungen infolge der unvermeidlichen Temperaturänderungen, welche auch bei Abhaltung direkter Sonnenwirkung durch Papierblatt nicht ganz unerheblich

---

1) Diese Berichte 1917, 35, Heft 2, 135—154.

sein können. Größe der aus Samen gezogenen Keimlinge durchweg *3–4 cm*, Alter *5–10 Tage* (*Fig. 2*).

Es ergab sich, daß eine Atmosphäre mit 5–10 % Leuchtgas ohne merklich störende Wirkung auf die Pflanzen war, sie verhielten sich nicht anders als an freier Luft, entwickelten innerhalb zwei Wochen die ersten Laubblätter usw. Ohne Schaden waren ebenso *20 % Gas, erst von etwa 30 % ab zeigte sich eine mit steigender* Konzentration rasch zunehmende starke Schädigung der Pflanzen, ihr Maximum erreichte sie in unverdünntem Gase; alle Pflänzchen des Kulturtopfes lagen hier schon nach etwa drei Tagen welk und gelblich verfärbt am Boden. Sie bieten das ausgesprochene Bild einer akuten Vergiftung (Fig. 1).

Fig. 1. Kresse-Kultur nach ca. dreitägiger Einwirkung *einer Atmosphäre von unverdünntem Leuchtgas.* — Alle Pflänzchen welk und tot am Boden liegend. (Der Kulturtopf ist aus einer gasgefüllten Glocke, wie in Fig. 3 abgebildet, entnommen.)

Im Gegensatz zu den Samen[1]) sind Keimpflanzen der Kresse somit ungemein empfindlich gegen unverdünntes Leuchtgas, jene wurden unter gleichen Bedingungen nur am Auskeimen gehindert, keimten aber sogleich nach Ersatz des Gases durch atmosphärische Luft.

Ich hatte *meine* Versuche mit unverdünntem Gas begonnen, der auffällige regelmäßige Kollaps der Pflanzen binnen so kurzer Zeit lag von vornherein also noch keineswegs ganz klar, da natürlich die Frage offen bleiben mußte, ob daran nicht etwa Sauer-

1) l. c.

sein können. Größe der aus Samen gezogenen Keimlinge durchweg *3—4 cm*, Alter 5—10 Tage (*Fig. 2*).

Es ergab sich, daß eine Atmosphäre mit 5—10 % Leuchtgas ohne merklich störende Wirkung auf die Pflanzen war, sie verhielten sich nicht anders als an freier Luft, entwickelten innerhalb zwei Wochen die ersten Laubblätter usw. Ohne Schaden waren ebenso 20 % Gas, erst von etwa 30 % ab zeigte sich eine mit steigender Konzentration rasch zunehmende starke Schädigung der Pflanzen, ihr Maximum erreichte sie in unverdünntem Gase; alle Pflänzchen des Kulturtopfes lagen hier schon nach etwa drei Tagen welk und gelblich verfärbt am Boden. Sie bieten das ausgesprochene Bild einer akuten Vergiftung (Fig. 1).

Fig. 1. Kresse-Kultur nach ca. dreitägiger Einwirkung einer Atmosphäre von unverdünntem Leuchtgas. — Alle Pflänzchen welk und tot am Boden liegend. (Der Kulturtopf ist aus einer gasgefüllten Glocke, wie in Fig. 3 abgebildet, entnommen.)

Im Gegensatz zu den Samen[1]) sind Keimpflanzen der Kresse somit ungemein empfindlich gegen unverdünntes Leuchtgas, jene wurden unter gleichen Bedingungen nur am Auskeimen gehindert, keimten aber sogleich nach Ersatz des Gases durch atmosphärische Luft.

Ich hatte meine Versuche mit unverdünntem Gas begonnen, der auffällige regelmäßige Kollaps der Pflanzen binnen so kurzer Zeit lag von vornherein also noch keineswegs ganz klar, da natürlich die Frage offen bleiben mußte, ob daran nicht etwa Sauer-

1) l. c.

stoffmangel schuld oder doch mitbeteiligt war; ich begann also zunächst mit Prüfung dieses Punktes. Tatsächlich zeigte sich da, daß Beimengung von 5—10 % Luft zum Leuchtgas den Verfall der Pflanzen einige Tage hinausschob, als solche dann aber in eine Wasserstoff-Atmosphäre gebracht wurden, lebten sie ohne Schaden zu leiden, ungefähr doppelt so lange (siehe Fig. 3), gingen auch nur zögernd ein.[1]) Es mag ja sein, daß Fehlen von Sauerstoff die Gaswirkung beschleunigt, die Kressekeimpflanzen vermögen aber im sauerstoffreien Raume verhältnismäßig lange (4—7 Tage)

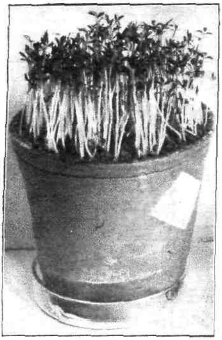


Fig. 2. Junge Kresse-Kultur, *Aussehen der Versuchstöpfe vor* Einbringen in die Gasatmosphäre.

zu vegetieren, er allein konnte den schnellen Tod innerhalb etwa drei Tagen nicht zur Folge haben. Allerdings wirkte eine reine Atmosphäre von Kohlensäure und Kohlenoxyd fast gleich schnell, wie eine solche von Leuchtgas, das sind aber keine indifferenten Gase, trotzdem sie auch noch bei etwa 50 % ohne akute Wirkung waren.

Dann begann ich weiterhin nach der Natur der giftigen Substanz zu suchen.

---

1) Als Beweis für faktisches Fehlen von Sauerstoff in nennenswerter Menge darf das Nichtkeimen *von gleichzeitig eingebrachtem Kressesamen* gelten.

stoffmangel schuld oder doch mitbeteiligt war; ich begann also zunächst mit Prüfung dieses Punktes. Tatsächlich zeigte sich da, daß Beimengung von 5—10 % Luft zum Leuchtgas den Verfall der Pflanzen einige Tage hinausschob, als solche dann aber in eine Wasserstoff-Atmosphäre gebracht wurden, lebten sie ohne Schaden zu leiden, ungefähr doppelt so lange (siehe Fig. 3), gingen auch nur zögernd ein.[1]) Es mag ja sein, daß Fehlen von Sauerstoff die Gaswirkung beschleunigt, die Kressekeimpflanzen vermögen aber im sauerstoffreien Raume verhältnismäßig lange (4—7 Tage)

Fig. 2. Junge Kresse-Kultur, Aussehen der Versuchstöpfe vor Einbringen in die Gasatmosphäre.

zu vegetieren, er allein konnte den schnellen Tod innerhalb etwa drei Tagen nicht zur Folge haben. Allerdings wirkte eine reine Atmosphäre von Kohlensäure und Kohlenoxyd fast gleich schnell, wie eine solche von Leuchtgas, das sind aber keine indifferenten Gase, trotzdem sie auch noch bei etwa 50 % ohne akute Wirkung waren.

Dann begann ich weiterhin nach der Natur der giftigen Substanz zu suchen.

---

1) Als Beweis für faktisches Fehlen von Sauerstoff in nennenswerter Menge darf das Nichtkeimen von gleichzeitig eingebrachtem Kressesamen gelten.

1. Kressepflanzen in Leuchtgas-Luft-Gemischen (± 18 %)[1].

Gasgehalt der Atmosph. %	Aussehen der Pflanzen nach:						
	2—3 Tagen	4 Tagen	5 Tagen	7 Tagen	9 Tagen	12 Tagen	20 Tag.
100	welk und tot am Boden liegend	—	—	—	—	—	—
95	unverändert	obere Hälfte welkend (Pflanzen neigen sich)	verstärkt wie vorher	alle welk und tot am Boden liegend	—	—	—
90	„	welke Spitzen (Keimbl. niederhängend)	obere Hälfte zu Boden geneigt	meist tot am Boden	mit 3 Ausnahmen tot am Boden	welk und tot (3 Ausnahmen[2])	—
70	„	obere Hälfte welk	welk u. verfärbt am Boden	—	—	—	—
50	„	unverändert	halbwelk	meisten umgefallen	welk und verfärbt am Boden	—	—
20 10 10 5	Während der ganzen Versuchsdauer unverändert frischgrün						

1) Für diese und alle folgenden Versuche gilt gleichfalls das schon für die früheren bemerkte. (l. c. p. 143.) — Versuche über Wirkung stärkerer Gasluft auf Pflanzen finde ich in der Literatur nirgends verzeichnet. DETMER gibt ein solches Experiment mit Begonienblätter an, (Pflanzenphysiolog. Prakticum, 4. Aufl., 1912, 81).

2) Daß vereinzelte Pflanzen besonders widerstandsfähig sein können, kommt gelegentlich vor; in auffälliger Weise sah ich es in einem Versuch mit 2 Vol.-%-Schwefelwasserstoff, von allen (alsbald abgetöteten) Samen wuchs ein einziger in dieser Atmosphäre langsam zu einer ganz normalen grünen Keimpflanze von 2 cm Höhe heran (4 Wochen); allerdings war jetzt der H_2 S fast verschwunden.

2. Kressepflanzen in unverdünntem Leuchtgas.

	Nach				
	1 Tage	2 Tagen	3 Tagen	4 Tagen	6 Tagen
1. Vers. 8. IV.	alle Pflanzen welkend	alle Pflanzen welk am Boden liegend (tot)	Keimblätter graugrün verfärbt	—	Keimblätter bräunlich-gelb verfärbt (Schimmelbildung)
2. Vers. 22. IX.	Spitze der Pflanzen (Keimbltr.) welk	welk umsinkend	alle Pflanzen welk am Boden liegend (tot)	—	—
3. Vers. 25. X.	Spitzen welkend	Fortschritt des Welkens	alle Pflanzen welk mit graugrün verfärbten Keimbl. am Boden (tot)	—	—
4. Vers. 16. XII.	unverändert	einzelne Pflanzen welk	alle Pflanzen sich auf Seite liegend	alle Pflanzen umgefallen am Boden (tot)	—
5. Vers. 9. I.	unverändert	unverändert	alle Pflanzen halbwelk umgesunken (obere Hälfte)	alle Pflanzen welk am Boden (tot)	—

3. Wirkung verschiedener unverdünnter Gase auf Kressekeimpflanzen.

	Gasart	Nach Tagen: 1 Tage	2 Tage	3—4 Tage	5 Tage	8 Tage
1	Leuchtgas 25. X.	obere Hälfte aller Keimlinge welk niederhängend	alle Pflanzen umgefallen, welk am Boden (Keimbltr. welkend)	völlig welk mit graugrün verfärbten welken Keimblättern am Boden	Keimblätter fahl graugelb, verwelkt (Schimmelbildung)	verschimmelt (Mucor-Rasen)[1])
2	Wasserstoff 25. X.	unverändert	unverändert	unverändert	unverändert	teilweise welk meisten unverändert
2a	„ * 14. IX.	„	„	alle Pflanzen umsinkend Keimblätter grün, etwas welk (4 Tage)	Keimblätter welkend	viele Pflanzen welk
2b	„ * 23. IX.	„	„	langsam welkend	stärker gewelkt	alle Pflanzen welk am Boden (5—7 Tage)
3	Kohlenoxyd 25. X.	Pflanzen legen sich welkend auf die Seite	stärker als nach 1 Tage (Keimbltr. grün, frisch)	umgefallen am Boden liegend (Keimbltr. graugrün verfärbt)	stärker gewelkt (schlechter als 4, besser im Aussehen als 1)	welk, verfärbt, Schimmelbildung (Mucor)[2])
4	Kohlensäure 25. X.	wie vorher, doch schwächer als in CO	alle Pflanzen umgefallen (Stengel welk, Keimblätter unverändert grün)	welk am Boden (Keimbltr. noch frisch grün)	Stengel völlig welk, Keimblätter frischgrün	Keimblätter graugrün verfärbt, welk (kein Schimmel, auch weiterhin)

1) Der früher erwähnte (l. c. p. 187) facultativ anaerobe Mucor, welcher hier also in unverdünntem Leuchtgas und CO spontan auftritt (Bodenpilz). Gern entwickelte er sich auch sonst zumal auf zu feucht gehaltenen Kressetöpfen, hier die Kulturen verderbend. — Die mit * bezeichneten Versuche unter gleichzeitiger Einstellung eines Gefäßes mit Pyrogallol und Natronlauge. Versuche 1, 2b, 3, 4 liefen gleichzeitig nebeneinander (s. Fig. 3). Versuch 2 war sicher lufthaltig.

Wie sich aus den Versuchsdaten ergibt, kommt die Wirkung des Leuchtgases zunächst im Verhalten der Keimblätter zum Ausdruck, die Spitze der Pflänzchen welkt zuerst. Bemerkenswert war das abweichende Verhalten der Keimblätter zumal unter Kohlensäure, sie blieben hier noch tagelang turgeszent und frischgrün, leben also wohl noch, indeß das Hypokotyl welk am Boden liegt. Unter Leuchtgas ändert die rein grüne Farbe rasch in ein Graugrün und weiterhin in ein Graugelb um.

2) l. c.

Die Frage, welcher Bestandteil meines Leuchtgases hierbei in Frage kommt, habe ich in gleicher Weise, wie bei den Samen, zu beantworten versucht, bin dabei aber auf ganz dieselben Schwierigkeiten gestoßen. Das heißt also, es konnte zwar ermittelt werden, welche Bestandteile nicht beteiligt sind, dagegen mißlang es bisher, mit Sicherheit einen bestimmten Stoff als solchen nachzuweisen; ich zweifle kaum, daß das bei Fortsetzung dieser Arbeiten noch gelingen wird.

Mit aller Bestimmtheit läßt sich jedoch zeigen, daß jenes fast plötzliche Zusammenfallen der Kressekeimlinge nicht die Wirkung

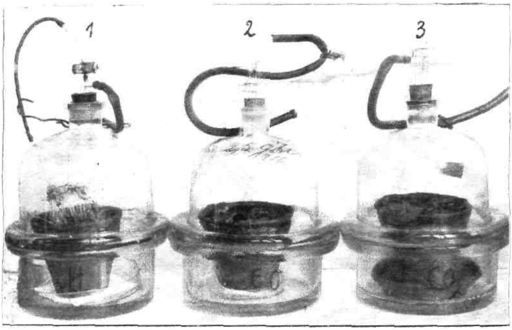


Fig. 3. Kressepflänzchen in einer Atmosphäre von Wasserstoff (1), Kohlenoxyd (2) und Kohlensäure (3), nach 4 Tagen. — *Die Pflanzen in 1 unverändert, in 2 und 3 umgefallen und welk am Boden liegend.*

der im Gase vorhandenen Mengen von Kohlenoxyd, Aethylen, Acetylen usw. ist, ebensowenig konnte es bislang durch die entsprechenden Dosen dampfförmiger Kohlenwasserstoffe oder Schwefelverbindungen hervorgerufen werden.

Allem Anschein nach ist der von mir angenommene Hauptschädling unter den Verunreinigungen des Gases zu suchen, neben ihm mögen dann auch noch andere mehr oder minder mitbeteiligt sein; so sind z. B. die Dämpfe von Benzol und verwandter aromatischer Kohlenwasserstoffe bereits bei wenig über 1 % bedenklich, wogegen alifatische Kohlenwasserstoffe (Aethylen,

Acetylen) für akute Schädigung überhaupt außer Betracht bleiben, noch mehr gilt dies für Kohlenoxyd.

Wenn es aber richtig ist, daß der Träger der akuten Giftwirkung auf Pflanzen unter den sogen. Verunreinigungen zu suchen ist, dann wird — entsprechend dem Gehalt an diesen — auch die Intensität der Schädigung gewissen Schwankungen unterliegen; so brauchen Versuche nicht immer genau dieselben Resultate zu geben, und sicher ist in früheren Jahren das Leuchtgas von geringerem Reinheitsgrad weit schädlicher für die Vegetation gewesen als heute.

Aus der Prüfung der einzelnen Gase oder Dämpfe auf Kressepflanzen ergab sich kurz folgendes.

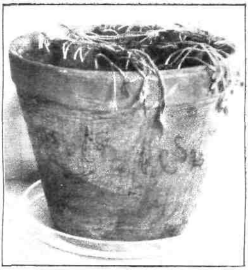


Fig. 4. Einwirkung von Schwefelkohlenstoff-Dampf (4 %) auf Kressekeimpflanzen, nach 2 Tagen.

Kohlenoxyd[1]) von 5—20 % hatte keinerlei sichere Wirkung (im Leuchtgas bis etwa 10 %).

Aethylen von 1—12 % verhielt sich kaum anders, im besten Falle traten Schäden erst nach Tagen und nur allmählich ein (gegen 4 % im Gas enthalten), durch 1—5 % Acetylen habe ich solche überhaupt nicht gesehen (unter 0,1 % im Gas). Sehr verschieden von diesen zeigten sich aber aromatische Kohlenwasserstoffe und Schwefelverbindungen.

---

1) Darstellung des reinen gewaschenen Gases aus Oxalsäure und Schwefelsäure; von Aethylen aus Aethylenbromid, Acétylen aus Calciumcarbid. In jedem einzelnen Falle wurde die Reinheit besonders kontrolliert.

Schwefelkohlenstoff vernichtete die Pflanzen unter demselben Bilde (Fig. 4) wie unverdünntes Leuchtgas binnen 5 Tagen bei etwa 1,85 Vol.-%, bei 0,95 % binnen 13 Tagen.

Schwefelwasserstoff ist einer der giftigsten Gasbestandteile (fehlt aber gewöhnlich im Straßengas), 1 % tötete in 2 Tagen, unter Umständen selbst 0,1 % in 3—4 Tagen.

Benzol stand wenig hinter dem Schwefelkohlenstoff zurück, bei 1,37 Vol.- % wirkte es fast so intensiv wie unverdünntes Leuchtgas. Toluol stand ihm gleich, Xylol wirkte etwas schwächer.

Einige weitere Zahlen sind in folgenden Tabellen zusammengestellt. Das äußere Bild der Pflanzen ist bei akuter Vergiftung der Kressekulturen immer das gleiche.

4. Wirkung des Aethylens auf Kressepflanzen.

Nr.	Vol.-% Aethylen	Aussehen der Pflanzen nach Tagen: 4 Tage	6 Tage	8 Tage	10 Tage	15 Tage	20 Tg.	Versuchsbedingungen cc Aethylen auf Vol. Luft
1.	1	unverändert im Aussehen			welkend[1])		—	40 cc auf 1 Liter 15. XI. (ältere Pflanzen) mit Laubblättern
2.	4	unverändert	Laubblätter gelblich		alle Pflanzen mit fahlgelblichen Blättern[1])		—	160 cc auf 4 Liter 15. XI. (ältere Pflanzen)
3.	4	unverändert		Keimbltr. z. T. gelblich	viele Pflanzen gelblich	Hälfte der Pflanzen gelb und welk	—	160 cc auf 4 Liter 27. XI. (Keimpflanzen)
4.	10	unverändert bis ans Versuchsende					—	200 cc auf 2 Liter 26. I. (Keimpflanzen)
5.	10	unverändert bis zu 12 Tagen				Teil der Pflanzen gelb und welk umgesunken[1])	—	250 cc auf 2,5 Liter 27. XI. (Keimpflanzen)
6.	12	ältere Laubblätter gelblich	ältere Bltr. gelb	meisten Pflanzen welk	alle Pflzn.[1]) welk	—	—	300 cc auf 2,5 Liter 16. XI. (ältere Pflanzen)

1) Bei einem Teil dieser unter Glasglocken mit Wasserabschluß ausgeführten Versuche wirkten nachgewiesenermaßen schädliche Umstände anderer Art mit (die ersten litten an zu starker Bodennässe, gegen welche auch junge Kressewurzeln sehr empfindlich sind). Die Versuche werden zur Aufklärung der Widersprüche im Sommer wiederholt.

5. Wirkung des Kohlenoxyds.

<table>
<tr><th rowspan="2">Nr.</th><th rowspan="2">Vol.-% CO</th><th colspan="4">Aussehen nach Tagen:</th><th rowspan="2">Versuchsbedingungen cc CO auf Vol.</th></tr>
<tr><th>5 Tage</th><th>10 Tage</th><th>15 Tage</th><th>20 Tage</th></tr>
<tr><td>1.</td><td>5</td><td colspan="2" rowspan="2">Ohne Änderung (Wachstum)</td><td rowspan="2">unverändert</td><td rowspan="2">alle Pflanzen gesund, frisch grün</td><td>119 cc auf 2,38 Liter 12. XII.</td></tr>
<tr><td>2.</td><td>10</td><td>230 cc auf 2,8 Liter 11. XII.</td></tr>
<tr><td>3.</td><td>10</td><td colspan="2">Ohne Änderung</td><td>Pflanzen verwelken unter Schimmelbildung</td><td>Pflanzen verwelkt[1])</td><td>230 cc auf 2,8 Liter 13. XII.</td></tr>
<tr><td>4.</td><td>10</td><td>„</td><td>„</td><td>unverändert</td><td>alle Pflanzen frisch grün</td><td>430 cc auf 4,3 Liter 8. II.</td></tr>
<tr><td>5.</td><td>10</td><td>Hälfte der Pflzn. welk am Boden</td><td colspan="2">meisten verwelkend</td><td>welk am Boden[1])</td><td>800 cc auf 8 Liter 5. XII.</td></tr>
<tr><td>6.</td><td>20</td><td colspan="3">Ohne Änderung bis ans Versuchsende</td><td>alle Pflanzen gesund und frisch</td><td>290 cc auf 1,45 Liter 12. XII.</td></tr>
</table>

1) Wohl, wie oben, Wirkung nachgewiesener zu großer Bodennässe, die sich erst nach längerer Zeit äußert. Mit Ausnahme von Nr. 4 wurden hier Bechergläser mit Wasserabschluß benutzt; die dampfgesättigte Luft begünstigt natürlich Schimmelbildung auf der Topferde, die stets nur leicht feucht sein darf.

6. Wirkung von Benzol.

Nr.	Vol.-% dampff.	Aussehen der Pflanzen nach: 1 Tage	2 Tag.	3 Tag.	4 Tag.	10 Tage	15 Tage	20 Tage	Benzol cc liqu. auf Liter Luft
1.	± 10	alle tot *am Boden* liegend (schon nach ½ Tage)	—	—	—	—	—	—	1 cc : 1,3 l 12. I.
2.	± 10	ebenso	—	—	—	—	—	—	1 cc : 1,3 l 24. I.
3.	3,1	unverändert	alle tot am Boden	—	—	—	—	—	1 cc : 8 l 13. I.
4.	2,6	„	tot am Boden	—	—	—	—	—	0,25 cc : 2,38 l 13. I.
5.	1,37	unverändert im Aussehen		welkend	alle tot am Boden	—	—	—	0,5 cc : 9,1 l 13. I.
6.	1,04	Ohne sichtbare Änderung während 15 Tagen							0,333 cc : 8 l
8.	0,95	Ohne sichtbare Änderung				teilweise gilbend	zur Hälfte[1]) welk	meist welk am Boden	0,3 cc : 8 l 8. I.
7.	0,32	*Ohne sichtbare Änderung bis zu 15 Tagen*						zur Hälfte[1]) welk	0,11 cc : 8 l 8. I.

1) Anscheinend infolge zu starker Bodennässe (Schimmelbildung); hier Glocken mit Wasserabschluß, desgl. folgende Versuche.

7. Wirkung des Schwefelkohlenstoffs.

Nr.	Vol.-% dampf.	1 Tage	2 Tage	6 Tage	9 Tage	13 Tage	15 Tage	cc CS_2 liqu. auf Vol.-Luft
1.	39,2	alle Pflanzen tot am Boden (schon nach 8 Stund.)	—	—	—	—	—	5 cc : 4 l
2.	4,7	unverändert	alle Pflanzen tot am Boden	—	—	—	—	0,5 cc : 4 l
3.	1,85	unverändert		meisten tot, welk und verfärbt am Boden (Beginn nach 4 Tagen)	alle Pflanzen seit Tagen tot	—	—	0,42 cc : 8,4 l 26. II.
4.	0,93	"		unverändert	einzelne mit welkem Kopf grau verfärbt	Pfl. welk und grau verfärbt am Boden (tot)	—	0,21 cc : 8,4 l 26. II.
5.	0,46	"		gelbliche Verfärbung der Keimbltr.	alle Pflanzen gelb verfärbt	gelb verfärbt, teilweise welk	alle Pflzn. welk am Boden (tot)	0,1 cc : 8 l 28. XI.
6.	0,44	unverändert bis nach 15 Tagen						0,03 cc : 2,5 l 22. I.

8. Wirkung des Schwefelwasserstoffs.

Vers.	H_2S Vol.-%	Aussehen nach Tagen: 1 Tage	2 Tage	3 Tage	4 Tage	5 Tage	7 Tage	10 Tg.	cc H_2S auf Volumen
1	2	oberer Teil welk, grau verfärbt	alle Pfl. welk am Boden, grau verfärbt (tot)	—	—	—	—	—	68 cc: 8,4 l 27. II.
2	1,5	o[1]	alle welk, grau (tot)	—	—	—	—	—	69 cc: 4,6 l 18. II.
3	1	o	wie oben (tot)	—	—	—	—	—	48 cc: 4,6 l 13. III.
4	1	o	—	alle Pfl. welk am Boden grau verfärbt (tot)	—	—	—	—	18,5 cc: 1,85 l 16. III.
5	0,5	o	—	alle Pfl. grau, welk am Boden (tot)	—	—	—	—	15,5 cc: 3,1 l 16. III.
6	0,1	o	o	o	o	o	o	—	1,5 cc: 1,5 l 16. III.
7	0,1	o	o	o	o	Keimblätter z. T. gilbd.	Keimbltr. meist vergilbt, Stengel aufrecht	—	2,8 cc: 2,8 l 16. III.
8	0,1	o	—	oberer Teil welk	alle graugelb welk (tot)	—	—	—	4,3 cc: 4,3 l 16. III.
9	0,1	o	oberer Teil welk	alle Pfl. grau verfärbt, welk	—	—	—	—	8,4 cc: 8,4 l 20. III.

Nicht ohne Interesse sind die Daten der Schwefelwasserstoff-Versuche, sie zeigen, daß es nicht ohne Bedenken ist, einseitig mit Prozentzahlen zu operieren; bei dieser Substanz, die vielleicht von der Topferde (voraussichtlich unter Oxydation) absorbiert wird, spielt die angewandte Dosis offenbar mit, die Versuche 6—9 mit ein und derselben Konzentration von 0,1 Vol.-% bei wechselnden Gefäßgrößen fielen entsprechend den ungleichen H_2S-Mengen ganz verschieden aus; die Sache verdient jedenfalls näheren Verfolg durch spezielle Versuche. —

1) o = ohne sichtbare Wirkung, alle Pflänzchen frischgrün, turgeszent.

Durchweg war der Gehalt meines Leuchtgases an den schädlichsten Stoffen immer noch erheblich geringer als die Minimaldosis obiger Versuche (Benzol unter 0,5 %, Schwefelkohlenstoff und Schwefelwasserstoff im Gas zusammen unter etwa 0,04 %).

Auf das Volumen der Versuchsgefäße von 4 l Inhalt berechnen sich kaum 1 cc des Dampfes der S-Verbindungen, davon nach besonderer Bestimmung an H_2S rund 0,4 cc; Ammoniak oder Cyanverbindungen (Blausäure) waren in dieser kleinen Gasmenge überhaupt nicht oder nur schwach qualitativ nachweisbar.

Uebrigens war die akute Wirkung des Leuchtgases ebensowenig durch ein Gemenge von 400 cc Kohlenoxyd mit 160 cc Aethylen, 2,6 cc Acetylen usw. (wie solche in 4 l Gas vorhanden sind) zu erzielen; inwieweit sie durch die einzelnen Gasbestandteile hervorgerufen werden kann, ergibt sich aus nachstehender Uebersicht.

9. Vergleich der akuten Wirkung einiger Leuchtgas-Bestandteile auf Kressepflanzen (Absterben innerhalb 4 Tagen).

	Volumprozente der Gase bzw. Dämpfe:						
	bis 1 %	gegen 2 %	2—4 %	± 10 %	20 %	± 50 %	100 %
Kohlenoxyd	—[1])	—	—	0	0	0	+ (2—4 Tage)
Aethylen	—	—	0	0	0	—	—
Acetylen	0	0	0	—	—	—	—
Benzol-Toluol	0[2])	+ (4 Tage)	+ (2 Tage)	+ + (nach Stunden)	—	—	—
Schwefelkohlenstoff	0[2])	+ (4 Tage)	+ (2 Tage)	+ + (nach Stunden)	—	—	—
Schwefelwasserstoff	+	+ (2 Tage)	+ +	—	—	—	—
Kohlensäure	—	—	—	0	0	0	+ (2—4 Tage)
Wasserstoff	—	—	—	—	—	—	0[2])
Leuchtgas	—	—	0	0	0	0[2])	+ (2—4 Tage)

1) Es bedeuten: — nicht geprüft, o = ohne akute Wirkung + = Absterben bzw. Umfallen hinnen 4 Tagen, ++ = Umfallen der welkenden Keimlinge bereits am 1. Tage.

2) Hier Schädigung erst nach länger als 4 Tagen.

Alle Daten gelten natürlich nur für Kresse, streng genommen auch nur für junge Keimpflanzen genannten Alters und derjenigen Beschaffenheit, wie sie unter den während der Wintermonate gegebenen Vegetationsbedingungen herauskommt, einschließlich der besonderen sonstigen Versuchsbedingungen. Ihren Wert für Vergleiche beeinflußt das nicht sonderlich. Inwieweit aber das für Kresse Gefundene auch für andere Pflanzen Geltung hat, wäre noch zu zeigen.

Festgestellt habe ich bislang, daß unverdünntes Leuchtgas gleichfalls für Blätter der Bohne, Linde, Ulme, Weide stark giftig ist, 3—5 Tage genügten durchweg zum Abtöten im Gasraum, sehr junge Keimlinge der Bohne waren nach etwa 7 Tagen sicher völlig tot (der genaue Zeitpunkt war bei den derben, nicht zusammenfallenden Pflanzen kaum genau zu bestimmen). Luftverdünntes Gas ertrugen aber alle erheblich länger, auf diese Verhältnisse komme ich noch besonders zurück.

Ungleiche Empfindlichkeit der Zellen ein und desselben Organismus zu den verschiedenen Zeiten seiner Entwicklung — in unserem Falle also des Embryo und der wachsenden grünen Keimpflanze der Gartenkresse — ist an sich nicht auffallend, trotz bescheidener Wasseraufnahme beim Anquellen sind auch die embryonalen Zellen sicher noch weit wasserärmer als solche der grünen Pflanze; man braucht das natürlich keineswegs notwendig mit dem verschiedenen Wassergehalt in Verbindung zu bringen. Bei unserer Kresse läßt sich dies ungleiche Verhalten gut demonstrieren, wenn man beide gleichzeitig unter dieselbe gasgefüllte Glocke bringt, der Same kommt in einer Atmosphäre noch zu bescheidener Entwicklung, welche die neben ihm stehende Keimpflanze rasch abtötet, junge Keimlinge wachsen neben den toten Pflanzen.

Hannover, Bacteriol. Laboratorium des Techn.-Chem. Instituts der Technischen Hochschule.

32. Arthur Meyer: Die biologische Bedeutung der Nukleolen.

(Eingegangen am 20. März 1917).

Bei Bearbeitung des Kapitels über die Nukleolen für mein Buch „Morphologische und physiologische Analyse der Zelle der Pflanzen und Tiere" gelangte ich zu Anschauungen über die biologische Bedeutung der Kernkörperchen, welche von den bisher in der Literatur vertretenen abweichen. Einige für diese Anschauungen wichtige Punkte habe ich Herrn KIEHN unter meiner Leitung nachprüfen oder neu untersuchen lassen, und auf dessen bald erscheinende Dissertation (KIEHN, Die Nukleolen von *Galtonia candicans*, Marburg 1917) beziehen sich die betreffenden Hinweise.

Die Nukleolen sind rein ergastische Ante (ein Ant ist ein nur mikroskopisch sichtbares Massenteilchen), die im Zellkern völlig neu gebildet und vollständig gelöst werden. Sie bestehen aus Eiweißstoffen, welchen unter den makrochemisch bekannten Eiweißstoffen die Nukleoproteide mikrochemisch am meisten gleichen. Es ist wahrscheinlich, daß die Eiweißstoffe, welche die verschiedenen Nukleolen zusammensetzen, e i n e r chemischen Gruppe angehören, wenn sie wohl auch unter sich so verschieden sein können, wie z. B. die Globoide der verschiedenen Samen. Einstweilen wollen wir die Eiweißstoffe der Nukleolen bis zur makrochemischen Klärung ihrer Natur als Kernkörpereiweiß bezeichnen. In den Nukleolen bilden die Kernkörpereiweiße eine zähflüssige Tröpfchengallerte, in der häufig „Höhlchen" (Vakuolen) gebildet werden.

Die Nukleolen liegen in den Kernen genau so als isolierte Fremdkörper wie die Stärkekörner in den Trophoplasten.

Die Nukleolen sind in der ganzen Pflanzenwelt in morphologischer, biologischer und, wie wir sahen, auch in chemischer Hinsicht sehr gleichartig, so gleichartig, wie z. B. die echten Fettante des Zytoplasmas.

Wohl deshalb, weil sie nur in seltenen Fällen im Zellkerne fehlen, hat man sich gewöhnt, die Nukleolen als sehr eng zum Kerne gehörige Gebilde zu betrachten, und man hat nicht daran gedacht, ihre Beziehung zum Kerne in ähnlicher Weise aufzufassen wie die der nur wenigen Kernen zukommenden Eiweißkristalle oder wie die Beziehung der häufig in den Trophoplasten vorkommenden Stärkekörner zu diesen. Man glaubte vielfach, die Nukleolen hätten

nur Bedeutung für den Kernteilungsprozeß, und da man sie oft während des Kernteilungsprozesses verschwinden sah und mehrfach fand, daß die Färbbarkeit mancher Kernbestandteile bei der Kernteilung zunahm, während gleichzeitig die Färbbarkeit der zugehörigen Nukleolen abnahm, oder daß sich die Chromosomen bei gewissen Färbeverfahren ähnlich wie die Nukleolen färbten, hat man vielfach angenommen, die Substanz der Nukleolen sei ein Bildungsstoff für Bestandteile der Kernteilungsfigur. So haben STRASBURGER, ANDREWS und GARDNER gemeint, die gelöste Substanz der Nukleolen würde nur zum Aufbau der Chromosomen, STRASBURGER, SWINGLE und FAIRCHILD, sie würde zum Aufbau der Spindelfasern verbraucht.

Demgegenüber findet sich auch bei STRASBURGER die Meinung ausgesprochen, das Kernkörpereiweiß beteilige sich an der Bildung der Zellmembran, eine Meinung, die schon aus phytochemischen Gründen abzuweisen ist. Ferner hat der Zoologe HAECKER die Hypothese aufgestellt, aber nicht zureichend begründet, das Kernkörpereiweiß sei ein Sekret, Exkret, Abspaltungsprodukt des Stoffwechsels der Zelle.

Bezüglich der Hypothesen, daß das Kernkörpereiweiß zum Aufbau der Spindelfasern oder der Chromosomen bestimmt sei, ist zu bemerken, daß wir noch nicht einmal wissen, ob dasselbe beim Aufbau der Kernteilungsfigur überhaupt Verwendung findet. Wir sehen nur, daß die Nukleolen manchmal schon im Anfange des Kernteilungsprozesses, manchmal später, verschwinden, ja manchmal erst nach Beendigung des Kernteilungsprozesses völlig gelöst werden. Wenn man das nach den vorliegenden Tatsachen Wahrscheinliche annimmt, daß der Kern allein die Nukleolen zu vergrößern vermag, das Zytoplasma ihnen kein Kernkörpereiweiß anzulagern vermag, so sprechen Fälle, in denen der Nukleolus nach der Kernteilung in einer Größe im Zytoplasma liegen bleibt, die der der Nukleolen des ruhenden Kernes nahekommt (z. B. *Pyronema*), dafür, daß das Kernkörpereiweiß nicht allein für den Kernteilungsprozeß bestimmt ist und bei ihm höchstens in geringer Menge verbraucht wird.

Hingegen spricht das Verhalten der Nukleolen in Geweben, in denen allgemeiner Mangel an Reservestoffen herrscht, dafür, daß dem Kernkörpereiweiß eine viel allgemeinere Bedeutung für die Ökonomie der Zelle zukommt. Dort werden sie nämlich in ähnlicher Weise gelöst und verbraucht wie Eiweißkristalle der Kerne, Trophoplasten und des Zytoplasmas oder wie Stärkekörner der Trophoplasten.

Schon ZACHARIAS fand, daß sich das Verschwinden der Nukleolen in den Laubblättern von *Galanthus* durch Verdunkeln der Blätter beschleunigen ließ. KIEHN hat den Vorgang genauer und messend verfolgt. Ein normales 60 cm langes Laubblatt einer Topfpflanze von *Galtonia candicans*, welche vom 25. Mai bis 1. Juli herangewachsen war, wurde auf die Größe seiner Nukleolen untersucht. Zwei ähnliche Pflanzen wurden in den Dunkelschrank gestellt und ein Blatt der einen nach 36 Tagen, eines der anderen nach zweimonatlicher Verdunkelung untersucht. Die durchschnittlichen Volumen der Nukleolen der drei Blätter verhielten sich wie 1,0 : 0,38 : 0,18.

Daß das Kernkörpereiweiß genau so wie das Eiweiß der Eiweißkristalle oder die Amylose der Stärkekörner in Reservestoffbehältern abgelagert wird, dafür spricht der folgende Versuch, welcher in diesem Sommer zur Gewinnung einwandfreier Durchschnittszahlen *mit einer größeren Zahl von Versuchspflanzen* wiederholt werden soll.

Wir untersuchten die Durchschnittsgröße der Nukleolen 1. in der zweitäußersten Laubblattbasis einer im vollen Wachstum begriffenen Pflanze von *Galtonia* am 1. Juli, ferner 2. die entsprechende Zwiebelschuppe einer in den Ruhezustand übergehenden Pflanze am 6. November, zuletzt 3. die analoge Laubblattbasis einer völlig ruhenden Zwiebel im Dezember. Am geringsten war das Gesamtvolumen der Nukleolen einer Zelle in 1, am größten in 3.

Im unteren Teile des zentralen Parenchyms der Blattbase waren die Größen z. B. 1. 15 Kubikmikromillimeter, 2. 30 Kubikmikromillimeter (Zunahme gegen 1. = 100 %), 3. 34 Kubikmikromillimeter (Zunahme 126 %).

Auch gelöst werden die Nukleolen in Reservestoffbehältern genau so wie andere Reservestoffante bei der Entleerung der Reservestoffbehälter. So fand KIEHN, daß sich die Nukleolen im mittleren Teile des Endospermgewebes des keimenden Samens von *Galtonia* folgendermaßen verhielten. Die Nukleolen eines Kernes des ruhenden Endosperms besaßen durchschnittlich ein Gesamtvolumen von 56 Kubikmikromillimeter; 10 Tage nach Aussaat der Samen, als noch Reservestoffkohlehydratlamellen und Aleuronkörner in den Zellen zu finden waren, war das Volumen der Nukleolen schon bis auf 13 Kubikmikromillimeter gesunken und nach 17 Tagen lagen in gut erhaltenen Kernen durchschnittlich nur noch 2,7 Kubikmikromillimeter Kernkörpereiweiß.

Wie in den mit lebenskräftigen Geweben verbundenen absterbenden Zellen aus Kohlehydraten und Fetten bestehende Ante

gelöst werden, so werden auch die Nukleolen dort vor der Degeneration der Kerne in Lösung gebracht. Beobachtet ist eine solche Auflösung der Nukleolen von ROSEN in der Wurzelhaube, von KIEHN in den Zellen der sich differenzierenden Gefäße, von ZACHARIAS und KIEHN in absterbenden Laubblättern, von KIEHN in Kronenblättern usw.

Wahrscheinlich wandern überall auch die Lösungsprodukte des Kernkörpereiweißes nach den lebenden Geweben aus.

Nach alledem dürfen wir wohl den Satz aussprechen: Die Nukleolen sind ebenso Reservestoffante wie z. B. die Stärkekörner oder die Eiweißkristalle.

Was bei diesen Reservestoffanten der Kerne besonders auffällt, ist ihr regelmäßiges Vorkommen in den Kernen. Es ist nicht sicher, ob ein anderes Reservestoffant in ähnlicher Konstanz in einem Organ der Zelle zu finden ist. Vielleicht sind die Allinante und die Fetttropfen ähnlich allgemein im Zytoplasma anzutreffen.

Dennoch sind die Nukleolen für das Leben des Kernes nicht unbedingt nötig. Das zeigen uns mit Sicherheit die Fälle, in denen dem lebenden Kerne Nukleolen völlig fehlen.

KIEHN beobachtete bei *Galtonia* Kerne, welche reichlich Eiweißkristalle und dafür keine Nukleolen besaßen. Bei einem tierischen Objekt, den Eiern von Melamphaës, sah JÖRGENSEN sich die Nukleolen während des Kernwachstums im Ei vollständig lösen, so daß der Kern während der noch folgenden langen Wachstumsperiode des Eies ohne Nukleolus lebte. NEMEC sah, daß in Kernen, welche er durch Plasmolyse zur Rekonstruierung gezwungen hatte, manchmal keine Nukleolen entstanden. Ganz allgemein fehlen Nukleolen relativ hoch entwickelten männlichen Geschlechtszellen, also z. B. allen Spermatozoiden.

Es mag übrigens hier noch darauf hingewiesen werden, daß das Fehlen der Nukleolen in den Spermatozoiden durchaus im Einklang mit unserer Auffassung der Nukleolen als Reservestoffante steht, da sich diese bekanntermaßen aller solcher Ante, ja sogar der rein trophische Bedeutung besitzenden Trophoplasten entledigen.

Der Nukleolus ist also ein Reservestoffant, welches ebenso wie das allein in den Trophoplasten wachsende Stärkekorn nicht allein für den Trophoplasten, sondern für die ganze Zelle von Bedeutung ist, auch nicht allein für den Kern, sondern für den ganzen Protoplasten gebraucht wird. Das Kernkörpereiweiß ist dabei von so großer Bedeutung für den Protoplasten, daß es jederzeit, in größerer Menge im Kern abgelagert, dem Protoplasten zur Verfügung ge-

stellt wird. Dabei scheint es, wie aus dem folgenden hervorgeht, in besonders großem Maße beim Wachstumsprozeß der Protoplasten verbraucht zu werden.

ROSEN und KIEHN fanden nämlich, daß im jungen Epiblem, da, wo noch Teilung der Zellen stattfand, die Nukleolen langsam heranwachsen, dann in den wachsenden Zellen an Größe abnehmen. Ferner sah STRASBURGER beim Wachstum des Endosperms die Nukleolen kleiner werden. KIEHN hat die durchschnittliche Abnahme des Gesamtvolumens des Kernkörpereiweißes im wachsenden Endosperm von *Galtonia* messend verfolgt. Er fand folgende Zahlen:

Junger vielkerniger Protoplast	52	Kubikmikromillimeter
Vielkerniger Protoplast, unmittelbar vor Bildung der Zellwände	101	,,
Unmittelbar nach Bildung der Zellwände	75	,,
Kurz vor Beendigung der Zellteilung im Endosperm	65	,,
Im ruhenden Endosperm	56	,,

Es zeigt sich also deutlich, daß das Kernkörpereiweiß vor der Gewebebildung angehäuft, während der Gewebebildung und während des Heranwachsens der Protoplasten nicht mehr in so großer Menge abgelagert wird, vermutlich, weil der Verbrauch fortgesetzt ein relativ großer ist.

Es ist darnach zu vermuten, daß auch bei dem geringen Wachstum des Protoplasten, welches während der Kernteilung stattfindet, und vielleicht auch bei Ausbildung der Kernteilungsfigur geringe Mengen von Kernkörpereiweiß verbraucht werden.

Die Nukleolen wachsen in den jungen Kernen der Gewebezellen sofort nach deren Entstehung beim Kernteilungsprozeß heran. Ob zu ihrer Bildung Lösungsprodukte des Kernkörpereiweißes des Mutterkernes Verwendung finden, weiß man nicht, doch scheint es fast, als sei es nicht der Fall, da die Bildung der Nukleolen in den Tochterkernen ebenso vor sich geht, wenn der Nukleolus des Mutterkernes nicht gelöst wurde, wie wenn er vollständig gelöst wurde. Es könnte ja sein, daß alles Kernkörpereiweiß im Kern aus kleineren Bausteinen aufgebaut würde wie die Amylose aus den Monosacchariden in den Trophoplasten. Es fragt sich überhaupt, ob das Kernkörpereiweiß, als solches gelöst werden kann. Es ist wahrscheinlich, daß seine Lösung stets unter mehr oder weniger weitgehender Spaltung des Moleküls des Kernkörpereiweißes erfolgt. Es ist sehr möglich, daß das Kernkörpereiweiß nur im Kern existenzfähig ist, ähnlich

wie die Amylose, wie sie in den Mikrokristallen der Stärkekörner vorkommt, nur in den Trophoplasten in der Zelle beständig ist.

Gelangt diese in das Zytoplasma, so wird sie ebenso gelöst wie das in das Zytoplasma gelangende Kernkörpereiweiß, und sie wird dabei gespalten, wie man das auch vom Kernkörpereiweiß erwarten kann.

Gewöhnlich bilden sich in den jungen Kernen zugleich oder kurz nacheinander mehrere Nukleolen, welche dann bis zur Vollendung des Wachstums der Kerne verschmelzen. Im ruhenden Kerne werden, wie wir sahen, die Nukleolen je nach den Verhältnissen durch Lösung oder Anlagerung von Substanz verkleinert oder vergrößert. Beim Eintreten des Teilungsprozesses eines Kernes werden sie stets mehr oder weniger angegriffen. Sind mehr oder weniger große Reste von ihnen noch in der Anaphase der Kernteilung vorhanden, so gelangen sie, ganz ebenso wie Reste der gewöhnlich auch in Lösung gehenden Eiweißkristalle der Zellkerne in das Zytoplasma und werden dort ebenso wie Eiweißkristalle gelöst.

Es wäre nicht unmöglich, daß die frühzeitige Lösung der Eiweißkristalle und Nukleolen des Zellkernes deshalb vorteilhaft wäre, weil beide Gebilde vielleicht bei der Ausbildung und Bewegung der Kernteilungsfigur stören.

---

33. H. Harms: Ueber eine Meliacee mit blattbürtigen Blüten.

(*Mit 1 Abb. im Text.*)

(*Eingegangen am 30. März 1917.*)

Herr C. LEDERMANN sammelte in Deutsch-Neu-Guinea eine eigentümliche Art der Meliaceen-Gattung *Chisocheton*, die ein gewisses morphologisches Interesse beansprucht. Die Meliaceen spielen in den Wäldern des indo-malayischen Gebietes besonders als Bäume zweiten Grades eine nicht unbedeutende Rolle; auch in Neu-Guinea sind sie reichlich vertreten. Die Gattung *Chisocheton* Blume zählt hier eine beträchtliche Zahl von Arten; C. DE CANDOLLE sowohl wie ich selbst haben mehrere Neuheiten von dort beschrieben (C. DE CANDOLLE in Bull. Herb. Boiss. 2. sér. III. (1903) 168, u. in Lorentz, Nova Guinea VIII. 2. (1910) 423; H. HARMS in K. SCHUMANN u. LAUTERBACH, Fl. Deutsch. Schutzgeb. Südsee (1900) 381 u. Nachträge (1905) 283). Bei einer genaueren Durchsicht

des von Herrn LEDERMANN gesammelten Materials fiel mir nun ein Exemplar auf, das neben achselständigen dünnen schmalen langgestreckten Rispen, wie sie bei *Chisocheton* mehrfach vorkommen, auffälligerweise kleine Blütenbüschel auf der Oberseite der Spindel der Fiederblätter selbst zwischen den gegenständigen Fiederblättchen trägt, so daß bisweilen an fast jedem Joch des Fiederblattes, oft mit Ausnahme des untersten, ein Blütenknäuel oder eine kurze Traube sitzt. Epiphylle Infloreszenzen auf einem Fiederblatt[1]) sind meines Wissens noch nicht beobachtet worden: wenigstens konnte ich in der Literatur keinen ähnlichen Fall finden, und auch von keiner andern Meliacee ist mir eine ähnliche Erscheinung bekannt geworden. Bei unserer Pflanze tragen nicht alle Blätter, wohl aber die meisten, solche Blütenbüschel zwischen den Blättchen. Wie aus der Abbildung hervorgeht, entbehrt z. B. das Blatt, in dessen Achsel die lange dünne Rispe entspringt, der epiphyllen Blüten. In der Achsel der blütentragenden Fiederblätter finden wir eine winzige stark behaarte Axillarknospe; es ist natürlich unsicher, ob sie vegetativ ist oder etwa gar zur Blütenrispe auswachsen kann. Bei der Spärlichkeit des Herbarmaterials ist eine Entscheidung darüber unmöglich, ob es sich bei den blattbürtigen gestauchte einfache oder verzweigte Trauben darstellenden Blütenknäueln um eine nur ausnahmsweise auftretende Erscheinung handelt, die als eine durch irgendwelche noch unbekannte Ursachen hervorgerufene Mißbildung anzusehen ist, oder um ein regelmäßig bei der Art auftretendes und für sie charakteristisches Merkmal. Sehr eigentümlich ist jedenfalls, daß hier echt axilläre und epiphylle Blütenstände zugleich vorkommen; das könnte auf eine Mißbildung im letzteren Falle deuten. Bei denjenigen Pflanzen, die normalerweise epiphylle Blüten besitzen, fehlen gerade axilläre Blüten. C. DE CANDOLLE erwähnt (Recherches sur les inflorescences épiphylles, in Mém. Soc. phys. hist. nat. Genève Suppl. 1890, Nr. 6, p. 21) den eigentümlichen Bastard *Begonia Ameliae* Bruant; diese Pflanze trägt gewöhnlich auf demselben Stock epiphylle und axilläre Infloreszenzen, von denen die ersteren an der Spitze des Blattstiels

1) O. PENZIG (Pflanzenteratologie I. (1890) 409) erwähnt einen merkwürdigen Fall von Blütenbildung an einem Fiederblatte, der aber mit unserm nichts zu tun hat: „Bei MASTERS ist kurz eine höchst wunderliche Erscheinung referiert, die ich mit den Worten des Autors wiedergebe: Some of the leaflets of the pinnate leaf of a species of *Macrolobium* were absent, and their place supplied by flowers arranged in cymes; wahrscheinlich handelte es sich um Ausbildung eines adventiven Blütensprosses auf dem Blatt, einer besonders unter den Leguminosen sehr seltenen Anomalie." Vgl. auch M. T. MASTERS, Pflanzenteratologie, übersetzt von U. DAMMER (1886) 202.

auf der Oberseite der Spreite inseriert sind, während die letzteren bald in der Achsel der sterilen, bald in der der fertilen Blätter entspringen. Sonst scheint aber ein Zusammenvorkommen beider Formen von Blütenständen, soweit es sich um normale Bildungen handelt, nicht beobachtet zu sein. Das Material gibt äußerlich keinen Hinweis dafür, daß in unserem Falle etwa die Rispenachse mit der Blattspindel zu einem einheitlichen Gebilde verwachsen sei; von einer abnormen Verdickung der letzteren ist nichts zu sehen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die epiphyllen Blüten in diesem Falle nur gelegentlich auftretende Adventivbildungen auf der Blattrhachis darstellen. Ob sie nur das sind, was wohl manches für sich hat, oder ob sie normale Bildungen darstellen, muß späteren Forschungen überlassen bleiben. — Die Blätter von *Chisocheton* und auch die unserer Art besitzen am Ende der Blattspindel zwischen dem obersten Blättchenpaar eine Knospe junger Blättchen, die später noch auswachsen können, wodurch dann das Blatt eine größere Zahl von Blättchenpaaren erhält. Solche Endknospen mit Rudimenten weiterer Blättchen sind bei den Meliaceen verbreitet, kommen z. B. bei der Gattung *Guarea* vor, und treten außerdem bei manchen Sapindaceen auf (vgl. RADLKOFER in Sitzber. Akad. München 1890, S. 209 und in ENGLER-PRANTL, Pflzfam. III. 5, 280). Das Fiederblatt der *Chisocheton*-Arten[1]) behält längere Zeit seine Wachstumsfähigkeit bei, wenn auch vielleicht die Endknospe keines unbegrenzten Wachstums fähig ist und wie bei *Guarea* nur aus

1) Nach den Beobachtungen von G. VOLKENS an *Chisocheton amboinensis* Valeton im Bot. Garten Buitenzorg (vgl. sein Werk: Laubfall und Lauberneuerung in den Tropen (1912) S. 61) sind die großen Fiederblätter der Art in ihrer Entwickelung in gewissem Sinne Zweigen an die Seite zu setzen. (H. SCHACHT in Flora 36. Jg. (1853) S. 465 hat das *Guarea*-Blatt für einen Zweig gehalten!). Ein ausgewachsenes Blatt von *Chisocheton* setzt sich in fast allen Fällen aus 3—4 Schüben zusammen; die Rhachisknospe tritt 3- bis 4 mal in Tätigkeit, dann vertrocknet sie und stirbt ab. Nach dem schönen Herbarmaterial, das er mitgebracht hat, treiben die Blätter periodisch aus, die Blättchenpaare entstehen genau so schubweise wie die Blätter selbst, indem vermöge der Blättchenknospe am Ende der Spindel immer neue Schübe gebildet werden können, die aus einem, zwei oder drei Blättchenpaaren bestehen. So kommen schließlich lange Fiederblätter zustande mit 9—12 Paaren von Blättchen; die Blätter bilden ihre Paare in mehreren durch wochenlange Pausen unterbrochenen Paaren. Wie die Blättchen periodisch austreiben, fallen sie auch periodisch ab. — Sehr verbreitet ist bei den *Chisocheton*-Arten ein Herausrücken der achselständigen Infloreszenz aus der Achsel am Zweige; solche Blütenstände werden als „supra-axillares" beschrieben, sie sind dann etwas über der Achsel angeheftet. Bei der vorliegenden Art tritt dies Merkmal nicht auf.

einer begrenzten Zahl junger später sich entfaltender Blättchen besteht (vgl. über die Verhältnisse bei *Guarea* P. SONNTAG in PRINGSHEIMs Jahrb. XVIII. 1887, S. 249, Taf. IX, Fig. 6). Mit dieser Wachstumsmöglichkeit der Blattspindel hängt vielleicht das Vorkommen der epiphyllen Blüten zusammen, insofern als sie das Auftreten solcher begünstigt, indem das Gewebe der Spindel wenigstens an gewissen Stellen längere Zeit in teilungsfähigem Zustande bleibt.

Die *Chisocheton*-Art halte ich für neu; ich benenne sie nach Herrn J. POHL, dem ich für die Ausführung der Zeichnung auch an dieser Stelle besten Dank ausspreche. Die Blüten des vorliegenden Exemplars scheinen nur männlich zu sein; wenigstens fand ich in keiner der wenigen von mir geprüften Blüten einen voll entwickelten Fruchtknoten, wohl aber den Griffel gut ausgebildet. Neigung zum Fehlschlagen des Fruchtknotens ist in den oft reichblütigen Blütenständen der *Chisocheton*-Arten verbreitet; in anderen Fällen kommt auch Verkümmerung der Antheren in den Blüten vor, so daß man schließlich von mehr oder weniger ausgesprochener Monoecie oder vielleicht sogar Dioecie sprechen kann. Nach VALETON ist *Ch. amboinensis* z. B. gynomonoecisch.

Chisocheton Pohlianus Harms n. sp., arbor 15—20 m alta ramulis hirsutis vel hirsutulis, partibus novellis dense hirsuto-villosis, nodis cum basibus petiolorum leviter incrassatis; folia pinnata, petiolo 3—6 cm longo, rhachi cum petiolo 15—30 cm longa, ± pilosa, apice foliola juvenilia gerente, foliola opposita, 4—6 juga vel serius plurijuga, petiolulis hirsuto-villosulis 4—7 mm longis, oblonga vel oblanceolata vel obovato-oblonga vel lanceolata, basi acuta vel obtusiuscula, apice breviter vel longiuscule anguste acuminata, supra glabra vel subglabra (costa impressa pilosa), subtus ± hirsuta, costa nervisque lateralibus utrinque 8—11 subtus prominulis necnon reti venarum subtus conspicuo, 5—15 cm longa, 2—4 cm lata; inflorescentiae axillares saepe elongatae, angustae, apice ramulorum breviter paniculatae, rhachi hirsutula 4—13 cm longa, ramulos brevissimos abbreviatos dense pilosos paucifloros vel plurifloros densifloros usque 1—1,5 cm longos vel saepe breviores glomeruliformes (raro elongatos laxifloros ad 4—5 cm longos) sat remotos gerente, bracteis brevibus lanceolatis vel lanceolato-ovatis villosis; praeterea adsunt florum glomeruli saepe densiflori vel racemi brevissimi ad superiorem faciem rhachidis folii inter foliola; flores brevissime pedicellati vel subsessiles; calyx cupularis truncatus hirsutus, fere 3 mm longus; petala 4 libera, lingulata, obtusa, glabra vel subglabra, 1—1,5 cm longa, 2—2,5 mm lata;

tubus stamineus cylindricus extus glaber vel subglaber, intus infra antheras pubescens, sursum glaber, margine truncatus, antherae 4 lineares, indistincte locellatae, inclusae; stylus hirsutus, sursum glabrescens, stigmate clavato; ovarium bene evolutum haud visum.

Nordöstliches Neu-Guinea: Kaiser Wilhelmsland, Etappenberg, Höhenwald, 850 m (Ledermann n. 9337. — Oktober 1912; 15—20 m hoher Baum, Rinde dunkelgrau, junges Laub rötlichgrau, Blätter glänzend dunkelgrün mit weißlich grüner Unterseite, Blüten weiß).

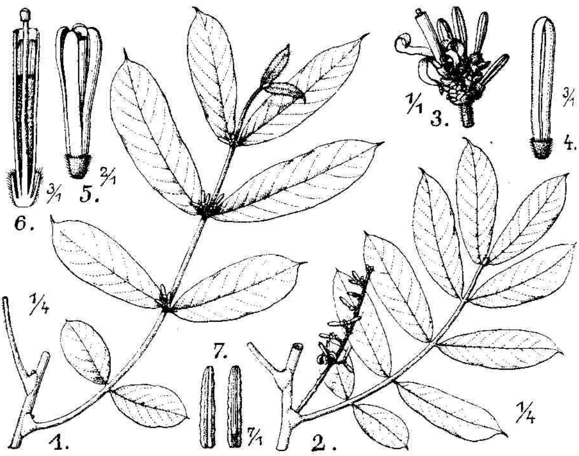


Abb. 1. *Chisocheton Pohlianus* Harms
1. Blatt mit blattbürtigen Blüten. 2. Achselständiger Blütenstand. 3. Blütenbüschel auf der Blattspindel. 4. u. 5. Blüten. 6. Längsschnitt der Blüte 7. Antheren.

Eigene neuere Beobachtungen über epiphylle Infloreszenzen im allgemeinen stehen mir nicht zu Gebote. Vielleicht aber ist folgende, nach der Literatur zusammengestellte Übersicht solcher Vorkommnisse von Nutzen für weitere Forschungen.

Anwachsen der Blütenstiele an den Blattstiel oder Hinaufrücken der Blüten bis zum Grunde oder sogar bis zur Mitte des sie stützenden Blattes kommt nicht allzu selten vor; es sei nur

erinnert an *Turnera*-Arten (vgl. ENGLER-PRANTL, Pflzfam. III. 6a). S. 58: Durch Anwachsen der Blütenstiele an den Blattstiel können die Blüten mehr oder weniger hoch an diesem hinaufrücken), *Bougainvillea spectabilis* (die Blütengruppe ist mit dem Mittelnerven des Tragblattes verwachsen; a. a. O. III. 1b. 18 Fig. 6 u. 22 Fig. 7 E), *Tilia* (Emporhebung des Tragblattes des Blütenstandes an dessen Stiel), *Dobinea* (die ♀ Blüte ist fast bis auf die Mitte der Braktee gerückt; a. a. O. III. 5, 178 Fig. 111), *Cneorum pulverulentum* Vent. (Stiel der Blütenbüschel mit dem Blattstiel verwachsen, a. a. O. III. 4. 94 Fig. 60), *Malvastrum pediculariifolium* Wedd. (Blüte aus der Achsel auf das vegetative Blatt verschoben, nach VELENOVSKY, Vergleichende Morphologie II. (1907) 611).

Die Mehrzahl der in folgender Übersicht genannten Fälle[1]) hat C. DE CANDOLLE in seiner oben erwähnten Arbeit eingehend behandelt.

I. Die Blüten oder Blütenstände entspringen an der Spitze des Blattstieles oder nahezu an ihr (pedunculus cum petiolo connatus, in den Diagnosen).

Hierhin viele Dichapetalaceae (A. ENGLER, Pflzfam. III. 4, 346), und zwar sowohl altweltliche wie neuweltliche Arten. Zahlreiche Arten von *Dichapetalum* Thou. C. DE CANDOLLE behandelt a. a. O. 14 *Chailletia pedunculata* DC. (= *Dichapetalum pedunculatum* (DC.) Baill. aus dem trop. Amerika), ferner z. B. noch von amerikanischen Arten *D. flavicans* Engl. u. *D. Donnellsmithii* Engl. (Bot. Jahrb. XXIII. (1896) 144); eine größere Zahl afrikanischer Arten (über 15 von etwa 120 Arten Afrikas), vgl. A. ENGLER in Bot. Jahrb. XLVI. (1912) 561 (z. B. *D. gabonense* Engl. Pflzfam. III. 4. 349 Fig. 187), außerdem die madagaskarischen Arten *D. nigrescens* (Tul.) Engl. u. *D. Virchowii* (O. Hoffm.) Engl. — Alle Arten der tropisch-amerikanischen Gattungen *Stephanopodium* Poepp. et Endl. (4 Arten), *Tapura* Aubl. (5 Arten) und *Gonypetalum* Ule (*G. juruanum* Ule in Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg XLVIII. (1906) 174, und *G. acreanum* Ule in Notizbl. Bot. Gart. Berlin-Dahlem, VI. (1915) 312). Die von C. DE CANDOLLE erwähnte *Chailletia capitulifera* (l. c. 14) ist wohl *Tapura capitulifera* Baill. in Flora Brasil. XII. 1. (1886) 376.

Begonia sinuata Wall., *B. prolifera* A. DC., *B. Ameliae* Bruant (vgl. C. DE CANDOLLE, l. c. 20). — Hierüber sagt VELENOVSKY

1) Der Fall der Icacinacee *Leptaulus*, den C. DC. l c. 24 erwähnt, gehört nicht hierher; bei der Gattung haben wir nach A. ENGLER (Pflzfam. III. 5, 246) endständige Blütenstände, welche mit den unteren Internodien des nächstfolgenden einblättrigen Sprosses verwachsen sind.

(Vgl. Morph. S. 611): „Die Begonien aus der Verwandtschaft der *B. prolifera, paleacea, sinuata,* sowie die *B Ameliae* bilden nur ein einziges großes grünes Laubblatt, aus dessen Basis an der Hauptrippe ein Blütenstand hervorkommt, so daß das ganze dasselbe Bild darbietet wie *Streptocarpus Wendlandii.* Aus den Bemerkungen der Autoren bin ich jedoch nicht imstande zu beurteilen, welchen Ursprungs diese epiphyllen Blüten wären."

II. Die Blüten oder Blütenstände entspringen auf der Oberseite der Blattspreite am Mittelnerv, sei es auf der Fläche oder auf ihrem Rande.

a) Blüten oder Blütenstände am Grunde der Spreite oder nur wenig oberhalb des Grundes entspringend.

Peperomia Haenkeana Opiz u. *P. foliiflora* Ruiz et Pav. (Fl. peruv. et chil. I. (1798) 30 t. 45c; C. DE CANDOLLE, l. c. 22). Piperaceen des trop. Amerika (Peru).

b) Blüten zwischen Grund und Spitze des Blattes entspringend, etwa in der Mitte der Blattfläche oder oberhalb der Mitte, in einem oder mehreren Büscheln oder Gruppen (letzteres besonders bei den Phyllobotryeae).

Helwingia Willd. (3 Arten, Himalaya bis Ostasien). Bekannt ist der Fall der Cornacee *H. japonica* (Thunb.) Dietr. (= *H. rusciflora* Willd.), der einzigen außerhalb der Tropen vorkommenden Pflanze mit epiphyllen Blüten. Bei der Gattung entspringen die Blüten einzeln oder in einer Gruppe oder Cyma von wenigen bis mehreren etwa in der Blattmitte (vgl. H. HARMS in Pflzfam. III. 8. 264 Fig. 82). Nach W. WANGERIN (Pflanzenreich Heft 41. Cornac. (1910) 10) ist der untere Teil der fertilen Mittelrippe des Blattes axilen Charakters. *H. himalaica* Hook. f. et Thoms. u. *H. chinensis* Batalin (vgl. W. WANGERIN l. c. 36 Fig. 8) verhalten sich ähnlich. — Über die Entwickelung der Blüten bei *Helwingia* vgl. besonders VELENOVSKY, Vgl. Morphol. (1907) 609 Taf. V, Fig. 9—11; seinen Ausführungen, daß es sich in diesem Falle um eine auf das Blatt verschobene Achselknospe handelt, wird man zustimmen müssen.

Phyllonoma Willd. (*Dulongia* H. B. K.). Bei dieser etwa 6—7 Arten zählenden Saxifragacea, deren Verbreitung von Mexiko bis in das andine Südamerika reicht, entspringt ein Blütenbüschel meist im oberen Teile des Blattes am Grunde der oft lang und schmal ausgezogenen Blattspitze; vgl. *Ph. laticuspis* (Turcz.) Engl. Pflzfam. III. 2 a. 87 Fig. 49;

C. DE CANDOLLE, a. a. O. Taf. II. Fig. 20—26; *Dulongia acuminata* H. B. K. bei GOEBEL, Organogr. II. (1900) 622 Fig. 418 (ausgewachsenes und jüngeres Stadium des Blattes). Die Arten wurden behandelt von PITTIER in Contrib. U. S. Nat. Herb. XII. (1909) 173.
Polycardia aquifolium Tul. (Blüt. auf der Blattrippe unterhalb der Mitte; Ann. sc. nat. 4. sér. VIII. (1887) 103); *P. centralis* Bak. (Blüten in der Blattmitte; Kew Bulletin (1894) 354). Bei dieser Gattung der *Celastraceae*, die nur auf Madagaskar vorkommt und etwa 8 Arten zählt, finden wir von Art zu Art wechselnde Stellung der Blüten; eine Art, *P. libera* O. Hoffm., hat freie axilläre Blütenstände.
Tribus *Phyllobotryeae* der *Flacourtiaceae* (O. WARBURG in Pflzfam. III. 6a. (1893) 37), mit den drei auf das tropische Westafrika beschränkten Gattungen *Phyllobotryum* Muell. Arg. (2—3 Arten, *Ph. spathulatum* Muell. Arg. in DC. Prodr. XV. 2. (1866) 1232 und OLIVER in Hook. Icon. pl. (1881) t. 1353, mehrere Blütenbüschel auf dem Mittelnerv; *Ph. Zenkeri* Gilg in ENGLERs Bot. Jahrb. XL. (1908) 500). *Phyllodinium* Baill. (1 Art, *Ph. paradoxum* Baill. in Bull. Soc. Linn. Paris (1890) 870; zahlreiche kurze Trauben auf der Mittelrippe), *Mocquerysia* Hua (1 Art, *Mocquerysia multiflora* Hua in Journ. de bot. VII. (1893) 259; abgebildet auch bei VELENOVSKY, Vgl. Morph. S. 608, Fig. 385). Über diese höchst interessanten Gattungen vgl. GILG in ENGLERs Bot. Jahrb. XL. (1908) 500 u. XLIV. Beibl. Nr. 102 (1910) 2.

c) Blüten meist in einer bis zum Mittelnerv einspringenden seitlichen Ausbuchtung der Blattspreite eingefügt.
Polycardia Hildebrandtii Baill. u. *P. lateralis* O. Hoffm. (beide wohl identisch; vgl. LOESENER in Pflzfam. III. 5, 193, Fig. 119; Abbildg. bei C. DE CANDOLLE, a. a. O. Taf. II. Fig. 42—47 und bei VELENOVSKY, a. a. O. S. 608 Fig. 385); *P. Baroniana* Oliv. in Hook. Icon. pl. XXIII. (1892) t. 2237. — Nach VELENOVSKY (a. a. O. 610, Fig. 385 B) kommen bei *P. lateralis* auch Fälle vor, wo das Blütenbündelchen bis zur Basis der Spreite oder wohl gar bis zur Basis des Blattstieles herabsteigt.

d) Blüten am Ende des Mittelnerv in einer tiefen Ausrandung der Blattspitze entspringend. — *Polycardia phyllanthoides* Lam. Illustr. II. 100 t. 132; vgl. C. DE CANDOLLE, a. a. O. Taf. II. Fig. 38—41.

III. Die Blüten entspringen auf der Unterseite der Blätter. — Hierhin nur die brasilianische Rutacee *Erythrochiton hypophyllanthus* Planch. (vgl. A. ENGLER, Pflzfam. III. 4. 165 Fig. 96 F; VELENOVSKY, a. a. O. S. 608, Fig. 385; bezügl. der Deutung des Falles K. SCHUMANN, Neue Untersuchg. über den Blütenanschluß (1890) 470, u. C. DE CANDOLLE l. c. 24).

Da es noch zweifelhaft ist, ob es sich bei der *Chisocheton*-Art nicht etwa um ein abnormes Vorkommen handelt, so wurde dieser Fall in vorstehende Übersicht nicht aufgenommen.

Die Frage nach der morphologischen Deutung blattbürtiger Blüten ist öfter erörtert worden; sie sei hier nur kurz gestreift. Von vornherein möchte ich bemerken, daß kein Grund vorliegt, alle Erscheinungen derart in derselben Weise aufzufassen. Die ältere sog. formale Morphologie sprach in diesen Fällen von kongenitalen Verwachsungen des ursprünglich achselständigen Blütenstandes mit dem ihn stützenden Blatte. C. DE CANDOLLE sieht in den epiphyllen Infloreszenzen Produkte des Blattes selbst, wobei er sich auf die Entwickelungsgeschichte, die Stellung der Nebenblätter und die anatomischen Verhältnisse stützt. Nach K. SCHUMANN (Neue Untersuchung. über den Blütenanschluß (1890) 470) werden die auf den Blättern sitzenden Infloreszenzen von *Spathicarpa*, wahrscheinlich auch die von *Helwingia*, *Phyllonoma* und *Polycardia* in ihrer Entstehung durch Schaltstücke reell begründet; dagegen ist nach ihm eine solche Annahme für die Infloreszenzen von *Phyllobotryum* und *Erythrochiton* im höchsten Maße unwahrscheinlich, bei der ersterwähnten Gattung wird jedenfalls die Entwickelungsgeschichte voneinander entfernte Bildungsherde auf der Blattfläche selbst nachweisen. H. SCHINZ (in Bericht. Schweiz. Bot. Ges. IV. (1894) S. XXIX) verwirft mit DE CANDOLLE und K. SCHUMANN die Annahme von kongenitalen Verwachsungen und pflichtet in der Hauptsache der Ansicht SCHUMANNs bei, gemäß welcher bei *Helwingia*, *Phyllonoma* etc. die Verbindung der Blütenstände mit den Blättern durch Dehnung eines zwischen Blattgrund und Inflorescenz interkalierten Schaltstückes zustande kommt, während C. DE CANDOLLE auch diese Fälle epiphyller Infloreszenzen durch der Blattfläche selbst angehörende Bildungsherde zu erklären sucht. Sch. zeigt, daß die anatomischen Befunde DE CANDOLLEs keineswegs der Erklärung SCHUMANNs widersprechen. DE CANDOLLEs Hypothese scheint ihm dagegen annehmbar für die blattreitenden Blütenstände von *Phyllobotryum* und *Erythrochiton*; in diesem Sinne hat sich auch SCHUMANN ausgesprochen.

VELENOVSKY (Vgl. Morphol. II. (1907) 609) wendet sich entschieden gegen DE CANDOLLE: „C. DE CANDOLLE gelangt in seiner Abhandlung über die Epiphyllblüten zu dem Schlusse, daß diese Blüten ein Bestandteil oder Erzeugnis des Blattes selbst sind, und daß man sie nicht in die Blattachsel hinabführen darf, weil sowohl die Entwicklung in der Jugend als auch die anatomischen Verhältnisse (die Durchschnitte des Blattstiels unterhalb der Blüten) nicht dafür sprechen. Diese Auslegung ist allerdings absolut unrichtig, denn die Entwickelung in der Jugend entscheidet hier gar nichts und die Anatomie steht überhaupt nur in seltenen Fällen mit den morphologischen Fakten in Einklang. Wenn DE CANDOLLE recht haben sollte, so müßten wir allerdings alle oben angeführten Epiphyllblüten als Adventivknospen[1]) ansehen.". Und weiter bei der Besprechung von *Helwingia* (S. 610): „Daß wir das Blütenbüschel als eine Achselknospe, welche sich auf das Blatt verschoben hat, ansehen müssen, beweisen uns am besten die Niederblätter, an welchen gleichfalls ein 3-blütiges Büschel sitzt . . . Hier ist also kein Zweifel, daß der Stiel der Infloreszenz an das Niederblatt angewachsen ist." Bei den Gattungen *Mocquerysia* und *Phyllobotryum* mit reihenweise auf der Mittelrippe sitzenden Blütenbüscheln oder Einzelblüten nimmt VELENOVSKY Serialknospen an. Er bildet die Fälle von *Phyllonoma ruscifolia* Willd., *Polycardia lateralis* O. Hoffm., *Mocquerysia multiflora* Hua u. *Erythrochiton hypophyllanthus* Planch. in Fig. 385, S. 608 ab.

GOEBEL (Organogr. II. (1900) 621) bespricht kurz die epiphyllen Blütenstände, bei der Gelegenheit sich in einer Anmerkung gegen C. DE CANDOLLEs Benutzung der anatomischen Verhältnisse zur Entscheidung morphologischer Fragen wendend. Er sagt: „I den meisten dieser Fälle dürfte es sich um eine Verschiebung der in der Blattachsel angelegten Knospe und um eine Verwachsung mit dem Blatte handeln, die in ganz ähnlicher Weise vor sich geht, wie ich es soeben für Kakteen und p. 46 u. 47 für den Blütenstand von *Spathiphyllum platyspatha* geschildert habe. So z. B. bei *Helwingia ruscifolia*, wo die Infloreszenz in der Blattachsel angelegt wird. In anderen Fällen aber dürfte die Achselknospe schon von vornherein mehr auf der Blattfläche des Tragblattes nahe der Blattbasis angelegt werden. So bei *Dulongia* (*Phyllonoma*),

---

1) Über abnormes Auftreten von Adventivknospen auf Blättern vgl. u. a. R. CASPARY, Über Blütensprosse auf Blättern (Schrift. physik. ökon. Gesellsch. Königsberg XV. 1874, S. 99).

von der Fig. 418 eine Abbildung gibt. Die Infloreszenz entspringt hier auf der Oberseite des Blattes, unterhalb von dessen vom übrigen Blatte verschieden gestalteter Vorläuferspitze." Weiter heißt es (S. 622): „Ob die eigentümliche Erscheinung epiphyller Infloreszenzen mit den Lebensverhältnissen in Beziehung steht oder nur das darstellt, was man mit dem schönen Namen Konstruktionsvariation bezeichnet, ist unbekannt."

Was nun das Vorkommnis bei der Meliacee betrifft, so bin ich geneigt, hier eigene Bildungsherde für die epiphyllen Blütenstände an den Knoten der Blattrhachis anzunehmen, da wenigstens äußerlich von irgendwelchen Verwachsungserscheinungen einer Blütenstandsrhachis mit der Blattrhachis nicht das geringste zu sehen ist. Doch ist natürlich noch die Untersuchung lebenden Materials in jüngeren und älteren Zuständen abzuwarten, ehe der Fall geklärt sein kann.

Einladung
zur
Generalversammlung
der
Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Die Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft werden hierdurch zur Teilnahme an der am

Montag, den 6. August, vormittags 10 Uhr,

in

Würzburg

stattfindenden Generalversammlung eingeladen. Die Tagesordnung ist durch §§ 15 u. 16 der Geschäftsordnung gegeben.

J. Reinke,
z. Zt. Präsident.

Wissenschaftliche Vorträge sind baldmöglichst beim Vorsitzenden, Herrn Prof. O. REINHARDT, Berlin W 50, Augsburger Straße 9, anzumelden. — Am 7. u. 8. August finden die Versammlungen der freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik und der Vereinigung für angewandte Botanik statt. Ein gemeinsames Programm aller drei Gesellschaften wird den Mitgliedern zugesandt.

Der Vorstand.

Sitzung vom 27. April 1917.

Vorsitzender: Herr O. REINHARDT.

Der Vorsitzende teilt mit, daß unser früherer langjähriger Schatzmeister Herr Prof. Dr.

Georg Ferd. Otto Müller

am 29. März 1917 kurz vor Vollendung seines 80. Lebensjahres verstorben ist. Die Anwesenden ehren das Andenken an den Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen Herr

Kavina, Dr. **K.**, Dozent der Botanik an der böhm. Universität in **Prag** (durch H. MIEHE und W. WÄCHTER).

Zum ordentlichen Mitglied wird ernannt Herr

Gerts, Dr. **Otto** in **Lund.**

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Vorstandsbeschluß, daß wegen Arbeitermangels und Schwierigkeit in der Papierbeschaffung in Zukunft streng auf die Bestimmung gehalten wird, daß die Manuskripte 8 Druckseiten nicht überschreiten sollen.

Ferner können aus den gleichen Gründen bis auf Weiteres Arbeiten von Nichtmitgliedern nicht mehr in die Berichte aufgenommen werden.

Mitteilungen.

34. F. v. Höhnel: Zweite vorläufige Mitteilung mycologischer Ergebnisse (Nr. 107—200).

(Eingegangen am 18. März 1917.)

In Fortsetzung der im März-Hefte l. J. begonnenen Mitteilungen (Nr. 1—106) betreffend die von mir gewonnenen Ergebnisse auf dem Gebiete der speziellen Mycologie, gebe ich im folgenden eine zweite Reihe (Nr. 107—200) derselben.

107. Die 10 in Europa auf Abietineen beschriebenen *Valsa*-Arten sind wahrscheinlich nur sieben.

1. *Valsa Abietis* Fr. (nur auf Fichte) = *V. strobiligena* Sacc. et R. Nebenfrucht: *Cytospora Abietis* Sacc.; *Cytospora Pini* Desm. 1843 ist die *Lamyella*-Form davon.
2. *Valsa Curreyi* Ntke. (Lärche, Föhre). Die dazu gehörige *Cytospora Curreyi* Sacc. kommt auch auf Fichte vor.
3. *Valsa Kunzei* Fr. (Tanne) mit *Cytospora Kunzei* Sacc. Ist keine *Leucostoma*.
4. *Valsa Friesii* (Duby) Fuck. (nur auf dünnen Tannen-Zweigen). Dazu *Cytospora Friesii* Sacc. auf Zweigen und Nadeln. Syn.: *Sclerotiopsis piceana* Diedicke.
5. *Valsa decumbens* (Schmidt) Ntke. Verschollen. Keine *Cytospora*. Auf Weißföhre.
6. *Valsa Pini* (A. et S.) Fries (Föhre) mit *Cytospora pithyophila* West., welche die Rindenform der sonst nur auf den Nadeln auftretenden *Cytospora pinastri* Fries ist. Syn.: *Phoma acuum* C. et Ell.
7. *Valsa superficialis* Ntke. (auf *Pinus Strobus*) mit *Leucocytospora superficialis* v. H. (in Kab. et Bub., F. imp. Nr. 507 sub *C. Curreyi*).

108. *Myxodiscus confluens* v. H. (Fragm. Nr. 77) ist ein *Leptothyrium* mit verschleimtem Hymenium.

109. *Coleophoma* v. H. (Fragm. Nr. 164) ist eine *Cylindrophoma* mit verschleimtem Hymenium.

110. In Europa werden 7 *Valsa*-Arten auf *Acer* angegeben. Es gibt aber nur zwei: *Valsa ambiens* (P.) Fr. und *V. Pseudoplatani*

(Fr.) Ntke., mit *Cytospora ambiens* und *C. Pseudoplatani.* Die 8 weiteren *Cytospora*-Arten auf *Acer* sind Arten von *Cytosporina, Cytosporella, Ceuthospora,* oder wachsen gar nicht auf *Acer.*

111. *Cytospora horrida* Sacc. 1884, syn.: *C. spinescens* Sacc. 1904 =? *Cytospora betulicola* Fautr. 1891.

112. Von *Valsa fallax* Ntke., *coronata* (Hoffm.) Fr. und *V. cornicola* Cooke sind die zugehörigen *Cytospora* unbekannt. Zu *Valsella Laschii* Ntke. wird *Leucocytospora Corni* (West.) v. H. gehören. *Cytospora simplex* v. H. in Ell. et Ev., F. Col. Nr. 1144 sub *Cytospora corni* West.

113. Auf *Corylus* sind in Europa 5 *Valsa*-Arten beschrieben, die sich aber auf nur zwei reduzieren werden (*V. ambiens* u. *V. ceratophora*). Diesen stehen 8 *Cytospora*-Arten auf *Corylus* entgegen.
Cytospora phlyctaenoides E. et Ev. ist offenbar eine *Phomopsis. C. affinis* Sacc. und *C. Fuckelii* Sacc. werden *C. ceratophora* Sacc. sein. *Cytospora fugax* Fries wächst auf *Salix* und ist *C. Salicis* (Cda) Rbh. *Cytospora guttifera* (D. C.) Fries ist verschollen und vielleicht gleich *C. ambiens* Sacc. *Cytospora ocellata* Fuck. 1860 ist wahrscheinlich *Leucocytospora personata* (Fr.) v. H. *Cytospora ocellata* Fuck. F. rhen. Nr. 1968 ist *Leucocytospora leucostoma* (P.) v. H. = *Cytospora nivea* Fuckel auf *Prunus Padus.*

114. Auf *Fagus sylvatica* sind 7 *Valsa* angegeben, davon wird *V. subseriata* Cooke nur eine Form von *V. ambiens* sein. Statt 6 *Cytospora*-Arten sind aber 13 angegeben.
Cytospora fagicola Sacc. ist keine *Cytospora. C. Acharii* Sacc., *flavovirens* Sacc. und *decipiens* Sacc. sind *Cytosporina*-Arten. *Cytospora leucosperma* (P.) Fr. ist zu streichen. *Cytospora ferruginea* Desm. 1828 ist gleich *C. duriuscula* Sacc. = *Leucocytospora ferruginea* (D.) v. H.

115. Auf *Fraxinus excelsior* kommen wahrscheinlich nur 2 *Valsa*-Arten vor, denen 8 *Cytospora*-Arten gegenüber stehen.
Cytospora fraxini Del. ist jedenfalls eine *Phomopsis.* Davon ist nicht verschieden *C. fraxinicola* Oud. = *C. Oudemansii* Bres.; *Cytospora fraxinicola* Brun. ist wahrscheinlich eine *Cytosporella*; *C. melasperma* Fr. v. *Fraxini* All. = *Cytophoma pruinosa* (Fr.) v. H. = *C. minuta* Thüm. = *Cytospora pulchella* Sacc. =? *C. annularis* Ell. et Ev.

116. Auf Pomaceen sind in Europa nur 9 sichere Valseen-Arten anzunehmen. Elf weitere Arten sind Synonyme, zu streichen oder nicht sicher auf Pomaceen auftretend.

Zu *Valsa amphibola* Sacc. gehört *Cytospora Schulzeri* Sacc. et Syd. = *C. capitata* Schulz. *Cytospora carphosperma* Fr. 1823 = *C. ambiens* Sacc. 1879; *C. Cotoneastri* Thüm. ist wahrscheinlich eine *Ceuthospora*; *C. crataegicola* Brun. ist keine *Cytospora*; *C. Cydoniae* Bub. et Kab. = *C. carphosperma* Fr.; *C. Cydoniae* Schulz. ist keine *Cytospora*; *C. leucosticta* Ell. et Barth. ist wahrscheinlich *C. personata* Fr.; *C. Mespili* Oud. ist wahrscheinlich *C. carphosperma* Fr.; *C. microspora* (Cda) Rabh. ist zu streichen. *Cytospora selenospora* Oud. ist entweder *Pilidium* oder *Micropera*.

117. Auf *Populus* sind 5 *Euvalsa*-Arten angegeben; die *V. operta* (Fr.) C. und *V. populina* Fuck. dürften nur Formen von *V. ambiens* sein. *C. Harioti* Briard ist wohl *C. ambiens* und *C. populina* Speg. ist gewiß *C. chrysosperma* Fr.

118. Nur auf *Prunus* wachsen in Europa 6 Valseen, die aber wie es scheint ineinander übergehen. Sichere *Cytospora*-Arten auf *Prunus* sind *C. carphosperma* Fr.; *ceratophora* Sacc., *leucostoma* (F.) Sacc.; ? *personata* Fr.; *rubescens* Fr. und *microstoma* Sacc. Davon sind einige *Leucocytospora*-Arten.

119. Auf *Rhamnus* gibt es nur die *Leucocytospora personata* (Fr.) v. H. *Cytospora epileuca* Sacc. = *Phomopsis fibrosa* (Sacc.) v. H. *C. extensa* Sacc. = *C. personata* Fr.

120. *Valsa rufescens* (Schw.) E. et Ev. ist *Quaternaria rufescens* (Schw.) v. H. zu nennen.

121. *Ceuthospora Rhois* v. H. hat *Torsellia Rhois* v. H. zu heißen. *Cytospora rhuina* Fr. ist verschollen, zweifelhaft; *C. marchica* Syd. von *carphosperma* Fr. kaum verschieden; *C. Rhois-hirtae* Nutt. vermutlich *Ceuthospora*; *C. rhoicola* Oud. = *carphosperma* Fr.; auf *Rhus* nur 3 sichere Cytosporeen *C. carphosperma* Fr., *grandis* Peck und *Torsellia Rhois* v. H.

122. Auf *Rubus* gibt es in Europa eine *Valsella* und 2 *Valsa*. Diesen 3 Arten entsprechen *Leucocytospora clypeata* (Sacc.) v. H.; *Cytospora ceratophora* Sacc. und *C. sepincola* v. H. = ? *C. carphosperma* Fr. f. *Rubi*. *Cytospora phyllogena* Penz. et Sacc. ist eine *Ceuthospora*.

123. Auf *Salix* gibt es in Europa 7 *Euvalsa*, 3 *Leucostoma* und 3 *Valsella*. Von *Leucostoma abrupta* (Cooke) und *Valsella nigroannulata* Fuckel ist die *Leucocytospora* unbekannt.
Cytospora macrobasis Sacc. ist ? *Pilidium* Kze.; *C. Aurora* Mont. et Fr. ist gleich *Myxofusicoccum Aurora* (M. et Fr.) v. H.; *C. atronitens* Chev. 1826 wird zu streichen sein. *Cytospora incarnata* Fr. zweifelhafte Mischart; *C. fugax* (Bull.) Fr. = *Cytospora*

Salicis (Cda.) Rbh.; *C. cryptosphaerioides* Syd. Myc. march. 3966 (nomen nudum?) = *C. Salicis* (Cda.) Rbh.; *Cytospora arctica* Sacc. et Syd. (nomen nudum).

124. *Calosphaeria Salicis Babylonicae* Schulz.,1882 ist nach der Beschreibung eine *Valsa* (n. sp.?) mit *Cytospora Salicis Babylonicae* Schulz.

125. Auf *Ulmus* allein wachsen 3 *Valsa.* Davon nur *V. Welwitschii* Berk. in Europa. Ungenügend beschrieben, vielleicht keine *Valsa.*
Valsa cincta Ntke. f. *Ulmi* falsch bestimmt, vielleicht *V. ambiens. Valsa Auerswaldii* de Not. f. *Ulmi* wächst auf *Rhamnus,* daher zu streichen.
Cytospora carbonacea Fr. = *Cryptosporella hypodermia* (Fr.). Auf *Ulmus* bisher sicher nur *Cytospora carphosperma* Fr.

126. *Cytospora melanodiscus* (Otth) v. H. ist anders gebaut und hat zu heißen *Cyclocytospora melanodiscus* (O.) v. H.

127. *Cytosporina siliquastri* (West.) Sacc. ist die Nebenfrucht von *Eutypa (scabrosa?).*

128. *Vestergreenia umbellata* (Vest.) S. et S. ist keine *Phomopsis* wie ich in Öst. bot. Ztsch. 1916, 66. Bd. p. 104 Nr. 271 angab, sondern hat *Cytosporina umbellata* (V.) v. H. zu heißen.

129. *Cytosporina flavovirens* (Sacc.) v. H.; *lata* v. H.; *Rhodi* v. H. gehören zu den gleichnamigen *Eutypa*-Arten.

130. *Cytosporina* (?) *Bulliardii* v. H., Nebenfrucht von *Melogramma Bulliardii* Tul.

131. *Cytosporina Serebrianikowii* Bubák = *Phomopsis Serebrianikowii* (Bub.) v. H. zu *Diaporthe Caraganae* Jacz.

132. *Cytosporina leucomyxa* (Cda.) Sacc. ist eine *Disculina* v. H. zu *Cryptospora sp.* gehörig.

133. *Cytosporina Rubi Diedicke* = *Hemidothis* (?) *Rubi* (D.) v. H.

134. *Cytosporina Fusarium* Nießl wächst nicht auf *Populus,* sondern auf *Prunus Cerasus* und ist *Micropera Drupacearum* Lév. (Mitt. von v. Nießl.)

135. *Cytosporina rostrata* (West.) Sacc. = *Chondropodium* v. H.

136. *Phlyctaena Ranunculacearum* v. H. n. sp. auf *Paeonia*-Stengel.

137. *Phlyctaena Malvacearum* v. H. n. sp.

138. *Hendersonia collapsa* Cooke et Ellis ist von *Hypocenia obtusa* B. et C. p. p. nicht verschieden. Die Gattung *Hypocenia* ist mit *Phomopsis und Plenodomus* nicht verwandt (Fragm. Nr. 535), sondern steht der Gattung *Gelatinosporium* Peck sehr nahe und umfaßt gewiß Nebenfrüchte von Discomyceten.

139. *Micropera betulina* Sacc. et R. hat zu heißen *Pseudophomopsis betulina* (S. et R.) v. H. n. G. und ist vielleicht die Nebenfrucht von *Apioporthe virgultorum* (Fr.) v. H.

140. VESTERGREENs Angabe, daß *Discosia Artocreas* stets eine Mittelsäule besitzt ist falsch. Mittelsäulen sind selten, doch kommen oft 10—20 dünne im Stroma zerstreute Säulen vor. Ähnlich verhält sich *Discosia strobilina* Lib.

141. *Rhabdospora notha* Sacc. in KRIEGER, F. sax. Nr. 1699 ist eine *Phomopsis*. *Cytosporina notha* (Sacc.) Died. muß heißen *Harpostroma notha* (Sacc.?) v. H. und ist die Nebenfrucht von *Leptosillia notha* v. H. n. G. (Botryosphaeriaceen).

142. *Excipula melanophaea* Kunze 1823 muß heißen *Pilidium melanophaeum* (Kze.) v. H.

143. *Disculina corylina* v. H., die Nebenfrucht von *Cryptospora corylina* Tul.; *Stagonospora allantella* Sacc. könnte derselbe Pilz sein.

144. *Phragmotrichum Chailletii* Kunze ist keine Melanconiee, sondern eine Angiostromacee und gehört nicht zu *Lophium mytilinum* (P.).

145. *Malacostroma* v. H. ist eine Phomopsidee und Nebenfruchtgattung einiger *Diaporthe*-Arten.

1. *M. irregulare* (Died.) v. H.
   Syn.: *Cytispora carnea* Ellis et Everhart 1894.
   Dothiorella irregularis Diedicke 1912.
2. *M. castaneum* (Sacc.) v. H.
   Syn.: *Cytispora castanea* Sacc. 1879.
   Fusicoccum castaneum Sacc. 1884.
3. *M. carneum* (Thüm.) v. H.
   Syn.: *Myxosporium carneum* Thümen 1880.
   Fusicoccum galericulatum Sacc. 1884.
   Myxofusicoccum galericulatum Diedicke 1912.

Gehören zu *Diaporthe farinosa* Peck, *D. castanea* und *galericulata* Tul.

146. *Haplostromella pithya* v. H. n. sp. auf Fichtenzapfenschuppen im Wiener Wald.

147. *Sirostroma Fraxini* v. H. n. G. et sp. auf Eschenzweigen im Wienerwald. Mit *Dothiorina* v. H. verwandt, aber Conidien in dauerhaften Ketten und 8—11 $\sim$ 1·8—2·5 μ groß.

148. *Sclerophoma Sambuci* v. H. n. sp., nähert sich *Botryophoma* Karst. — v. H. (J 9).

149. *Phoma obtusula* Sacc. et Br. ist vielleicht eine *Phomopsis*; *Myxofusicoccum obtusulum* (S. et Br.) Diedicke ist davon völlig verschieden. (J 12.)

150. *Myxosporium tumescens* B. R. S. ist eine *Phomopsis*; *Myxofusicoccum tumescens* (B. R. S.) Diedicke ist davon verschieden und offenbar gleich *M. Mali* Diedicke. (J 12.)

151. *Myxofusicoccum Aurora* (Mont. et Fr.) v. H. hat folgende Synonymie: *Cytispora Aurora* Mont. et Fr. 1834.
Naemaspora melanotricha Castagne 1845.
Discella microsperma Berk. et Br. 1850.
? *Myxosporium salicellum* Sacc. et Roumeg. 1884.
Myxosporium rimosum Fautrey f. *Salicis* 1892.
Myxofusicoccum Salicis Diedicke v. *microspora* Died. 1912.

Ist die Nebenfrucht von *Pseudophacidiella microsperma* (Fuck.) v. H. (J 12).

152. *Coniothyrium insitivum* Sacc. von mir mehrfach auf verschiedenen Laubholzgewächsen gefunden, ist gleich *Melanconiopsis Ailanthi* v. H. (Fragm. 809) und ist die Nebenfrucht von *Thyridaria rubronotata* (B. et Br.). Nach TULASNE ist derselbe Pilz *Phoma ulmigenum* Berk. Er hat nun *Melanconiopsis ulmigena* (Berk.) v. H. zu heißen, bis feststeht was *Melanconiopsis* ist. (J 28.)

153. *Gloeosporidium anomalum* v. H. n. sp. Auf Zerreichenblättern im Wienerwalde. Ist einer *Gloeosporina* v. H. ähnlich, entsteht aber in der Epidermis und tiefer.

154. *Fusoma Veratri* Allescher 1892 = *Marsonia Veratri* Ell. et Ev. 1894—95 muß heißen *Gloeosporium Veratri* (All.) v. H.

155. *Fusarium maculans* Sandri 1842 (auch als *Septoria, Fusisporium, Cheilaria, Septogloeum, Phloeospora* beschrieben) ist eine sich in der Epidermis entwickelnde *Phloeospora*, hat daher *Phloeosporella maculans* (Sandri) v. H. zu heißen.

156. *Phloeospora Equiseti* (Desm.) v. H.
Syn.: *Libertella Equiseti* Desmazières 1847.
Septoria Equiseti Desmazières 1848.
Septoria detospora Saccardo 1879.
Gloeosporium Equiseti Ellis et Everhart 1888.
Rhabdospora Equiseti (Desm.) Allescher 1900.
Rhabdospora detospora (Sacc.) Allescher 1900.
Septogloeum Equiseti (Ellis et Ev.) Diedicke 1915.
Titaeospora detospora (Sacc.) Bubák 1916.

Ist eine Nebenfrucht von *Stamnaria equiseti* (Hoffm.) = *Peziza laetissima* Cesati. Die Gattung *Titaeospora* Bubák hat keine Berechtigung.

157. *Cylindrocolla episphaeria* v. H. n. sp. auf alter *Nectria Cucurbitula* im Wienerwald.

158. *Coryneum Vogelianum* Sacc. hat *Exosporium Vogelianum* (Sacc.) v. H. zu heißen, da *Exosporium* Link 1809 = *Coryneum* Nees 1817 ist. Sehr nahestehend dem *Coryneum Negundinis* Ell. et Ev. 1897 = *Coryneum Negundinis* Berk. et Curt. (*Coryneum septosporioides* Sacc. et S.).

159. *Thyrostroma Salicis* v. H. n. sp. mit *Dothiorellina Salicis* v. H. n. sp. auf *Salix*-Zweigen im Wienerwald.

160. *Ramularia Vossiana* Thümen 1879 ist ein Synnematomycet und hat *Isariopsella Vossiana* (Thüm.) v. H. n. G. zu heißen.

161. *Cylindrium elongatum* Bonorden ist verschollen, und ganz verschieden von dem heute so genanntem Pilze. Letzterer Pilz ist vielleicht *Cylindrium candidum* Bon., *Fusidium griseum* Link oder *Fusidium griseum* Ditmar.

162. *Cylindrium elongatum* Aut. (non Bon.) hat keine freinen Hyphen und ist eine Leptotuberculariee.

163. *Polyscytalum fecundissimum* Riess hat braune Hyphen, gehört also zu den Dematieen. Davon ist *Hormiactina Wroblewskii* Bubàk nicht wesentlich verschieden.

164. *Polyscytalum sericeum* Sacc. hat hyaline fast stets einfache Konidienträger, die einzeln oder gebüschelt aus den Spaltöffnungen kommen und gehört in eine eigene Gattung.

165. Meiner Ansicht nach sind *Papulaspora sepedonioides* Preuß (und Harz), *Helicosporangium parasiticum* H. Karsten (und Eidam), *Papulaspora parasitica* Harz, *Papulaspora aspergilliformis* Eidam ein und derselbe Pilz, der bald nur Bulbillen, bald Bulbillen und Konidien, bald Bulbillen, Konidien und Chlamydosporen bildet. Wenn er ohne Bulbillen, nur mit Konidien und Chlamydosporen auftritt, stellt er das *Monosporium acremonoides* Harz dar, für welche Form die Gattungen *Harzia* Costantin 1888 = *Eidamia* Lindau 1904 aufgestellt wurden.

Polycystis? italica Sacc. et Speg. (= *Urocystis italica* (S. et Sp.) de Toni = *Stephanoma italicum* (S. et Sp.) S. et Trav.) und *Stephanoma Negeri* S. et Trav. sind verwandte Bildungen mit vielgestaltigen bulbillenartigen Chlamydosporen, die alle Übergänge von *Sepedonium* durch *Mycogone* zu *Papulaspora* und unregelmäßigen Chlamydosporen-Knäueln darstellen. Diese Bildungen dürften alle zu *Hypomyces* und anderen Hypocreaceen gehören.

166. *Asteroma Mali* Desmazières ist der sterile, winterliche Zustand von *Fusicladium dendriticum*, meist ohne Konidienträger. *Asco-*

spora Mali Fuckel ist der unreife Zustand von *Venturia inae qualis* (Cooke) Aderh. *Asteroma? Pyri* Rob. in Herb. ist offenbar eine analoge Bildung auf Birnenblättern.

167. *Ramularia Circaeae* Allesch. und *Ovularia caduca* Voß sind derselbe Pilz, verschieden gut entwickelt.

168. *Septoria Weissii* Allescher ist ein Hyphomycet, schlecht entwickelt, *Cercosporella Weissii* (All.) v. H.

169. *Pedilospora episphaeria* v. H. n. sp. auf alter *Nectria Cucurbitula* im Wienerwald. Es ist fraglich, ob die drei beschriebenen Arten der Gattung von einander verschieden sind.

170. *Stilbella olivacea* Jaap. 1916 ist der Konidienpilz einer Ustilaginee und hat *Farysia olivacea* (Jaap.) v. H. zu heißen. Die Gattung *Farysia* Rac. ist für Europa neu.

171. *Acerbia ephedrae* Rehm 1915 hat zu heißen *Schizoxylon ephedrae* (R.) v. H.

172. *Gloniella* Sacc. (Typus *Gloniella lapponica* (Karst.) Sacc.) muß erhalten bleiben. Die Gattung enthält viele Formen, die nicht dazu gehören.

173. *Gloniella sarmentorum* Rehm (non de Not.) hat intraepidermale Fruchtkörper und einzellige Sporen und gehört in die Gattung *Hypodermellina* v. H. (Hypodermeen).

174. *Gloniella filicina* Mouton wächst subkutikulär und gehört zu *Leptopeltis* v. H. n. G. und hat zu heißen *Leptopeltis Pteridis* (Mouton) v. H. (Auf *Pteris*).

175. *Aylographum filicinum* Libert hat zu heißen *Leptopeltis filicina* (Libert) v. H. (Typus), auf *Aspidium*.

176. *Gloniella perexigua* (Speg.) Sacc. hat subkutikuläre, ringsum umhäutete Fruchtkörper und gehört in die Gattung *Leptopeltella* v. H. n. G., *L. perexigua* (Speg.) v. H. (Typus).

177. *Aylographum sarmentorum* de Not. ist gewiß ein echtes *Aylographum* und von REHMs Pilz verschieden.

178. *Aylographum saementorum* Rehm (non de Not.) hat die Nebenfrucht *Rhabdostromellina Ruborum* v. H.

179. *Pseudophacidium* hat mit den Dothideaceen nichts zu tun (wie ich früher glaubte); sind wahrscheinlich Anfangsglieder einer Reihe, die zu den Pyrenopezizeen führt.

180. Die echten Hypodermeen haben mit den echten Hysteriaceen nichts zu tun. Erstere dürften mit den Trabutineen und Scirrhineen verwandt sein, letztere haben sich aus Lophiostomaceen entwickelt.

181. *Schizothyrium* Desmaz. 1849 ist nach der Typus-Art: *Sch. acerinum* Desm. eine Thrausmatopeltinee und mit *Epipeltis* Theyssen 1913 synonym.

182. *Asterina Gaultheriae* Curtis hat zu heißen *Schizothyrium Gaultheriae* (Curtis) v. H.

183. *Aylographum reticulatum* Phill. et Harkn. hat zu heißen *Schizothyrium reticulatum* (Ph. et H.) v. H.

184. *Schizothyrium Ptarmicae* Desm. ist eine subkutikuläre Hypodermee, gehört in die neue Gattung *Schizothyrioma* v. H.

186. *Montagnula* Berlese 1900 ist keine stromatische *Pleospora* sondern eine Phyllachorinee, von *Dictyochorella* Th. et S. verschieden.

187. *Aylographum Libert* 1834 ist nach dem Typus keine Hysteriacee, sondern eine Lembosieen-Gattung, offenbar gleich *Lembosiopsis* Theyss. 1913.

188. *Aylographum juncinum* Libert ist eine hyphopodiate *Lembosia*, *L. juncina* (Lib.) v. H.

189. *Aylographum Luzulae* Libert hat zu heißen *Lembosia Luzulae* (Lib.) v. H. von *L. juncina* kaum verschieden.

190. *Aylographum festucae* Libert hat zu heißen *Lembosia festucae* (Lib.) v. H. Die vorstehenden 3 Arten könnten auch zu *Morenoella* Speg. gestellt werden, da die Paraphysen undeutlich sind.

191. *Aylographum Epilobii* Libert ist eine Lembosiee ohne *Subiculum*, *Aulographella Epilobii* (Lib.) v. H. n. G.

192. *Aylographum Pinorum* Desm. ist eine Lembosiee.

193. *Aulographum mugellanum* Paoli 1905 ist gleich *Dothiclypeolum pinastri* v. H. = *Microthyrium anceps* Pass. 1890 = *Dothidea halepensis* Cooke 1879 = *Thyriopsis halepensis* (C.) Th. et S. 1915.

194. *Aylographum maculare* B. et Br. ist wahrscheinlich eine Lembosiee.

195. *Aulographum maculare* B. et Br. v. *Dickiae* Rehm ist eine neue Parmulineen-Gattung: *Lembosiodothis* v. H.

196. *Aulographum maculare* Rehm var. *stellulata* Rehm ist falsch bestimmt und hat zu heißen *Lembosia Vriseae* v. H.

197. *Aulographum anaxaeum* S. et D. Sacc. 1905 hat zu heißen *Hysterium anaxaeum* (S. et D. S.) v. H.

198. *Aulographum hieroglyphicum* Roberge 1848 ist ein steriles *Asteroma*-artiges Hyphengebilde.

199. *Hysteropsis culmigena* Rehm muß nach wiederholter Prüfung als eine geschlossen bleibende Phacidiacee betrachtet werden

200. *Hysteropsis* Rehm bleibt monotypisch. *Hysterium Moliniae* de Not. = *Hysterium culmifragum* Speg. ist eine typische *Gloniella* Sacc. und gehört nicht zu *Hysteropsis*, wie Rehm angiebt.

35. A. Wagner: Über eine unzweckmäßige Einrichtung im Blütenbaue von Lobelia laxiflora.

(Mit Tafel VI.)

(Eingegangen am 19. April 1917.)

Im Nachfolgenden möchte ich über eine Beobachtung berichten, die insoferne ein Interesse beanspruchen kann, als sie einen jener Fälle betrifft, in denen eine bestimmte organische Anpassung durch gewisse, gerade in der Anpassung selbst liegende Möglichkeiten schließlich dem ursprünglichen Zwecke der Einrichtung hinderlich und gefährlich wird.

Es handelt sich um die Blüten von *Lobelia laxiflora* H. B. et K.[1]. An zwei in unseren Gewächshäusern kultivierten und jährlich ziemlich reichlich zur Blüte gelangenden Exemplaren konnte die betreffende Erscheinung studiert werden, soweit dies unter Ausschaltung der heimatlichen Lebensverhältnisse der Pflanze möglich ist. Wie sich zeigen wird, wären zur vollständigen Behandlung des Falles ergänzende Beobachtungen in der Heimat (Mexiko) der Pflanze notwendig. Da ich einschlägige Angaben nicht auffinden konnte, muß einiges bloß auf Vermutungen beschränkt bleiben.

Den Habitus der normalen bestäubungsreifen Einzelblüte gibt in natürlicher Größe Abb. 1 der Tafel. Diese Blüten werden an den meist weit ausladenden rutenförmigen Zweigen in akropetaler Reihenfolge mehrere Monate hindurch (bei unseren Gewächshaus-Exemplaren) entwickelt. Sie kommen einzeln aus den Achseln zerstreut spiralig stehender Laubblätter und hängen an dünnen,

1) Die Pflanze wird häufig unter dem Namen *Siphocampylus bicolor* G. Don kultiviert. Die bis zum Grunde geschlitzte Kronenröhre stimmt mit der für *Lobelia* gegebenen Diagnose, während weder dieses Merkmal noch die Verteilung der Sammelhaare an den Antheren für *Siphocampylus* zutreffen würde, bei welcher Gattung nur die beiden kürzeren Antheren solche Haare besitzen, während bei der in Rede stehenden Pflanze alle 5 Antheren Sammelhaare aufweisen.

—7 cm langen Stielen nach abwärts. Der ganze blütentragende eil der Zweige erscheint dadurch als eine lange, lockere, einseitsendige, beblätterte Blütentraube. Die Blüte besitzt eine anfängch geschlossene, später oberseits geschlitzte Kronenröhre mit emlich stark zurückgeschlagenen freien Zipfeln. Es sind in der egel drei solche freie Kronzipfel vorhanden, zwei nach oben, der ritte (drei Kronblättern zugehörig) nach unten eingebogen. Durch iese Zygomorphie wird eine entfernte Änlichkeit mit einer Lippenlüte herbeigeführt, doch gehört die Blüte unzweifelhaft dem Typus er Röhrenblumen an. Die Färbung der Kronenröhre ist mehr der weniger tief scharlachrot, die der freien Kronzipfel und der ächstanschließenden Partie der Röhre hellgelb. Die Kronenröhre t nur im unentwickelten Zustande der Blüte vollständig geschlossen; obald sich die Spitze der Knospe öffnet und die freien Kronzipfel ch zurückschlagen, bildet sich oben in der Mediane der Röhre ein s zu ihrem Grunde reichender Schlitz, aus welchem sich das leichfalls röhrig verwachsene Androeceum mit dem von ihm vollündig eingeschlossenen Griffel erhebt. Die Blüte ist dichogam nd zwar proterandrisch: Die Narbe wird erst nach Entleerung des ollens aus der Antherenröhre hervorgestreckt. Die in sechsfacher ergrößerung aufgenommenen Bilder 8—10 zeigen die verschiedenen tadien der Dichogamie dieser Pflanze. Abb. 8 gibt das männliche tadium: Die Narbe ist noch vollständig in der Antherenröhre eborgen; öffnet man letztere in diesem Stadium, dann findet man ie Pollensäcke aufgesprungen und die Röhre reichlich mit sehr leinem Pollen gefüllt. Einen Teil dieser Pollenmasse hat der bis n die Mündung der Röhre vorgerückte Narbenkopf mittelst der n der Außenseite der noch geschlossenen Narbenlappen in einem ranze stehenden Fegehaare vor sich hergeschoben und durch die öhrenmündung herausgedrängt. Diese Röhrenmündung ist infolge iner helmartigen Vorwölbung der oberen Antheren ziemlich stark ach unten gerichtet (Vergl. auch das Längsschnittbild 16) und on steifen borstenförmigen Sammelhaaren bekleidet, welche beonders an der unteren Seite der Mündung in dichten Büscheln tehen und den durch die Narbe hervorgedrängten Pollen festhalten. Ian sieht in Abb. 8 diese Pollenmasse zwischen den Borsten. Der 'ollen ist trocken und pulverig, aber nicht stäubend. In Abb. 9 st der Griffel bereits über die Röhrenmündung herausgedrungen, ie Narbe aber noch nicht geöffnet; man sieht vorne an den noch usammenliegenden Narbenlappen mitgeschleppte Pollenmassen, an rer Außenseite den Kranz von Feghaaren. In Abb. 10 endlich st der reife weibliche Zustand der Blüte erreicht: der Griffel noch

länger vorgestreckt und die Narbenlappen voll entfaltet. In demselben Stadium befindet sich die Blüte Abb. 1. Ein von unten an die Blüte herankommender Besucher wird also in der männlichen Blüte sich mit dem vorgestoßenen Pollen beladen und diesen wieder in einer älteren Blüte an der vorstehenden Narbe abstreifen.

Es handelt sich mithin um eine sehr ausgeprägte Dichogamie, durch welche Fremdbestäubung angestrebt und weitgehend gesichert erscheint. Da die Mündung der Antherenröhre sehr enge ist, erscheint ein nachträgliches Herausfallen von Pollen und eventuelle Selbstbestäubung der Narbe so ziemlich ausgeschlossen. Durch welche Besucher die Bestäubung vermittelt wird, läßt sich nur vermuten. Nach der ganzen Beschaffenheit der Blüte können nur Bestäuber mit langen Saugwerkzeugen in Betracht kommen: langrüsselige Insekten oder Vögel. Da außerdem die Blüte bei ihrer hängenden, auf langem schwachem Stiele pendelnden Lage und mit ihrer weichen und zurückgerollten Unterlippe größeren aufsitzenden Insekten kaum einen genügenden Halt gewähren dürfte, so ist die Vermutung berechtigt, daß es sich um Besucher handeln müsse, welche in freiem Schwebefluge zu saugen vermögen (Sphingiden oder Vögel). Ornithophilie wird für zwei *Siphocampylus*arten angegeben; für die Gattung *Lobelia* scheint keine einschlägige Beobachtung vorzuliegen. Daß die in Rede stehende Pflanze ornithophil[1]) sein könne, ist mindestens nicht ausgeschlossen: Die für Vogelblumen als besonders charakteristisch geltende leuchtend rote Farbe, der Mangel eines bei insektenblütigen Röhrenblumen meist vorhandenen größeren und ausgebreiteten Saumes der Kronenröhre, die für ornithophile Röhrenblumen mit freien Kronzipfeln beschriebene zurückgerollte Lage der letzteren, endlich die gleichfalls für Ornithophilie sprechende reichliche Nektarabsonderung erlauben es wenigstens, Trochilidae (Kolibris) als mögliche Bestäuber ins Auge zu fassen. (Gegen die Anpassung an Nachtfalter sprechen die grelle Färbung und die Geruchlosigkeit). Die Nektarmenge, welche diese Blüten absondern, ist verhältnismäßig groß. Die Ausscheidung erfolgt durch ein Drüsengewebe, das sich am Grunde der Blüte rings um den Fruchtknoten in der zwischen diesem und der Kronenröhre vorhandenen Rinne befindet. Es ist ein mehrschichtiges, kleinzelliges, farbloses und interzellularenarmes Gewebe, welches am Längsschnitte durch die Basalregion der Blüte sofort

1) Vergl. hierüber: E. WERTH, Kurzer Überblick über die Gesamtfrage der Ornithophilie. Bericht der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik für die Jahre 1914 u. 1915. Leipzig, ENGELMANN, 1915.

die Augen fällt. In der Epidermis oberhalb dieses Drüsengeebes finden sich ziemlich reichlich Spaltöffnungen, die hier wohl ı BEHRENSschen Sinne als „Saftventile" funktionieren, denn ne Durchlüftungsaufgabe dürfte ihnen bei dem Interzellularenangel des darunterliegenden Gewebes nicht zukommen und für ɔn ausgeschiedenen Zuckersaft kommt bei der starken Kutinierung der Epidermis kein anderer Ausweg in Betracht. Das ısgeschiedene Sekret füllt den Raum um den Fruchtknoten vollä̈ndig aus, dringt zwischen den freien Basalteilen der Filamente ɔr und kommt nicht selten außen an der Blüte am Grunde des ɔerseitigen Schlitzes der Kronenröhre als großer wasserklarer ropfen zum Vorschein. Die Flüssigkeit schmeckt merklich süß ıd trocknet klebrig ein. Wenn somit verschiedenes für die öglichkeit einer Ornithophilie spricht, so kann selbstverständlich ır die Beobachtung am natürlichen Standorte Gewißheit geben. denfalls ist die Bestäubungsart der Blüte klar am Tage liegend ıd einem auch sonst verbreiteten Typus einseitig angepaßter ichogamie zugehörig.

Nun aber zu der beobachteten Besonderheit.

Ein beträchtlicher Teil der Blüten, welche unsere beiden Stöcke ervorbrachten, zeigte ein Aussehen, wie es die Abb. 2—4 iedergeben (in Abb. 3 u. 4 ist der Sexualapparat durch Wegɔhneiden der Kronenröhre bloßgelegt). Das Eigentümliche liegt, ie man sieht, in der einfachen oder doppelten knieförmigen iegung des Griffels, welcher hier, statt wie im Normalfalle vollä̈ndig in der Staubblattröhre geborgen zu bleiben, diese durchicht und solche Krümmungen erfährt. Da im Zeitpunkte der sten Beobachtung dieser Erscheinung alle geöffneten Blüten des tockes diese Abnormität aufwiesen, glaubte ich es mit einer noralen, für diese Blüte typischen Einrichtung zu tun zu haben, elche irgendwie in besonderer Weise mit der Bestäubung zusammenienge. Aber das spätere Auftreten der wirklich normalen Blüten ɔwie die nähere Untersuchung zeigten, daß es sich keineswegs ɯn irgendeine Einrichtung von besonderer Bedeutung handelt, sondern daß gerade im Gegenteile ein Verhalten vorliegt, welches die normale Bestäubung überhaupt unmöglich macht. Bei allen diesen Blüten mit gekrümmten Griffeln kommt nämlich die Narbe niemals aus der Antherenröhre hervor. Die Blüte welkt und trocknet schließlich ein, ohne daß der weibliche Apparat überhaupt in Funktion treten konnte. Die Einkrümmung des Griffels aber ist lediglich eine Hemmungswirkung: Weil der Narbenkopf infolge zu

großer Enge der Antherenröhren-Mündung nicht aus dieser heraus kann, muß der weiterwachsende Griffel vor dem Widerstande mit solchen Krümmungen ausbiegen. Die Erscheinung setzt natürlich eine sehr feste Verwachsung der Antheren voraus. In der Tat spürt man bei einem Versuche, die Antherenröhre mit einer Nadel aufzuschlitzen, diesen festen Zusammenhalt, und gerade an der Mündung muß man ziemlich beträchtliche Kraft anwenden, um die Durchreißung zu bewerkstelligen. Man begreift hierbei ohne weiteres, daß der weiche Narbenkopf und Griffel diesen Widerstand nicht zu überwinden vermögen, sobald die Röhrenmündung von vornherein zu eng ist, um das glatte Durchschlüpfen zu ermöglichen. Daß es sich nur um eine derartige Hemmung handelt, beweist neben der Zwangskrümmung des Griffels auch folgendes: Schlitzt man an einer Blüte vom Habitus der Abb. 2 vorsichtig die Antherenröhre mit einer Nadel, dadurch den Griffel aus seiner Zwangslage befreiend, dann streckt sich dieser sofort und seine Krümmungen werden zunehmend flacher (Abb. 5); die Narbe ist in diesem Zeitpunkte noch geschlossen, wie sie sich ja auch im normalen Verlaufe erst einige Zeit nach dem Heraustreten entfaltet. Läßt man die so behandelte Blüte am Stocke, dann gleicht der befreite Griffel die ursprüngliche Zwangskrümmung vollständig oder bis auf einem ganz geringfügigen Rest aus und auch die Narbe entwickelt sich noch nachträglich zur Vollreife (Abb. 6).

Die Abb. 11—13 zeigen den Querschnitt der Antherenröhre in verschiedenen Abständen von der Mündung. Abb. 11 stammt ganz von der äußersten Mündung der Röhre, also an der Stelle, wo die unteren Antheren zurücktreten, die oberen aber sich helmartig vorwölben; der Querschnitt läßt erkennen, daß sich in den oberen Antheren auch die Pollenfächer hier bis nahe an das Ende erstrecken, die unteren Antheren hingegen soweit zurückbleiben, daß nur noch die an ihrem Saume stehenden Sammelhaare getroffen sind. Etwas weiter zurück (Abb. 12) zeigen sich auch die unteren Antheren getroffen, aber noch nicht in der Region der Pollenfächer, welch letztere erst in einer noch mehr zurückgelegenen Region zum Vorschein kommen (Abb. 13). Man sieht, daß die Mündung der Röhre (maßgebend hierfür ist eine Region etwa in der Mitte zwischen Abb. 12 und 11 gelegen) sehr enge ist. Allerdings hat die austretende Narbe insofern mehr Spielraum, als zur Zeit ihres Austrittes die Pollensäcke bereits geöffnet sind und nur noch die äußeren Wände stehen; aber gerade an dem Umfange der eigentlichen Mündung, welche der Narbenkopf schließlich

zu passieren hat, scheint sich dadurch wenig zu ändern, wie auch aus dem Längsschnitte Abb. 16 zu erkennen ist. In dem jugendlichen Stadium mit noch geschlossenen Pollensäcken, dem ja die Querschnittsbilder 11—13 entsprechen, steht die Narbe überhaupt noch nicht so nahe der Mündung, sondern befindet sich noch in der Mitte oder unteren Hälfte der Antherenröhre.

Schon diese schwach vergrößerten Querschnittsbilder lassen die kräftigen Verwachsungsnähte der Antheren erkennen. Wie stark diese Verbindung und wie derb überhaupt schon die ganze Außen-Epidermis der Antheren entwickelt ist, zeigt Abb. 14. Die Epidermis weist eine sehr starke Kutikula auf, ihre weiteren, Zellulosereaktion gebenden Wandteile sind sehr dick, so daß das Lumen der Zellen zuweilen fast ganz verschwindet, da auch die Innenwände dieser Epidermiszellen beträchtliche Verstärkungen erhalten. Verbindungsnähte und Epidermis zeigen gerade am Mündungsrande der Antherenröhre die stärkste Ausbildung und der Zusammenhang dieser Außenteile bleibt auch nach dem Aufspringen der Pollensäcke erhalten. So erklärt sich der Widerstand, den diese Röhrenmündung sowohl einer Erweiterung als auch einer Zerreißung durch den vordringenden Narbenkopf entgegenstellt. Auch an den normalen Blüten ist niemals ein Zerreißen der Antherenröhre zu sehen: Der Narbenkopf schlüpft entweder glatt durch oder er vermag überhaupt nicht hervorzubrechen

Wenn nun aber auch die Antherenränder derartig fest mit einander verkittet sind, so gilt dasselbe nicht auch für die Filamente. Diese sind am Grunde der Blüte, wo sie den Fruchtknoten umschließen, überhaupt frei, dann weiterhin allerdings gleichfalls röhrig verwachsen, aber in verhältnismäßig nur leichtem Grade, weshalb denn auch der gehemmte und sich krümmende Griffel allemal die Filamentröhre durchbricht. Die Art und Weise, in der dieses Durchbrechen sich vollzieht, wird dann auch für die Art der Krümmung bestimmend: Findet der Durchbruch zwischen zwei Filamenten statt, die dann einfach beiseite gedrängt werden, dann krümmt sich der Griffel in einfacher bogenförmiger Wölbung, wobei die Antherenröhre beinahe senkrecht aus der geraden Fortsetzung der Filamentröhre abgedrängt wird (Abb. 4); trifft aber die beginnende Krümmung des Griffels gerade unter eines der (breiten, bandförmigen) Filamente, dann wird dieses aus dem Verbande losgetrennt, emporgehoben und straff gespannt, wodurch gleichzeitig die ganze Antherenröhre hoch emporgezogen wird (Abb. 2 und 3). In diesem zweiten Falle erfährt der Griffel (wegen des zweiten Widerstandes, den ihm das gespannte Filament bietet) die wellenförmige Krümmung.

Die Gewebe des Griffels stehen unter sehr hoher Gewebespannung bei beträchtlichem Turgordrucke. Schneidet man aus einer beliebigen Partie des Griffels einen medianen Längsschnitt heraus, so klafft der Schnitt sofort in der charakteristischen)(-Form auseinander infolge des hohen Spannungsunterschiedes zwischen den äußeren und inneren Gewebeschichten. Das zentrale Gewebe des Griffels besteht aus ganz schmalen aber sehr langen Zellen, die mit den kurzen Querwänden sehr fest, mit den Längswänden aber nur schwach aneinander haften; an den infolge der Gewebespannung nach außen klaffenden Längsschnitten werden diese Längsreihen ohne weiteres teilweise auseinander gerissen, wie es aus Abb. 15 ersichtlich ist, welche ein Stück aus der medianen Partie eines solchen Längsschnittes wiedergibt. Ein derartiges Bild erhält man jedoch nur an Längsschnitten durch den noch wachsenden Griffel; sobald er ausgewachsen und die Narbe entfaltet ist, nimmt dieses zentrale Gewebe von selbst eine sehr lockere Struktur an und zerfällt sozusagen in lauter einzelne Zellreihen. Am Querschnitte erscheinen dann die Zellen einseitig frei (wie etwa bei einem besonders lockeren Assimilationsgewebe), während am Längsschnitte dieses Gewebe sich in einzelne Zellfäden auflöst; da auch in diesem Falle an einem Längsschnitte durch das lebende Griffelgewebe die oben genannte Wirkung der Gewebespannung eintritt und die schon losen Zellreihen noch mehr auseinander gerissen werden, bietet sich hier dann unter dem Mikroskop ein Bild, als ob das Innere des Griffels von Pilzhyphen durchzogen wäre. Dieses zentrale Gewebe funktioniert als Leitungsgewebe für die Pollenschläuche, welche in dem lockeren Gewebe selbstverständlich leicht vorwärtsdringen können. Die außerordentlich schmalen Zellen dieses Leitungsgewebes führen kleine schwachgrüne Plastiden und verschiedentliche „Mikrosomen." Es herrscht in den meisten Zellen ziemlich lebhafte Plasmaströmung vom Charakter einer Rotationsbewegung, doch werden nur die kleinen Mikrosomen von der Bewegung mit fortgerissen, die Plastiden erscheinen unbewegt. — Daß der Griffel sehr wasserreich ist und unter starker Turgorspannung steht, lehrt auch Abb. 7. Sie gibt die Photographie einer in Alkohol fixierten Blüte: An allen mit Alkohol konservierten Blüten hat sich der Griffel infolge der Wasserentziehung verkürzt und von dem, früher durch ihn gespannten und jetzt in dieser Lage fixierten, Filamente beträchtlich zurückgezogen.

Die Anzahl der Blüten, bei denen diese Hemmung der Narbe und Krümmung des Griffels auftritt, ist beträchtlich: mindestens 50 % aller zur Entwicklung gelangten Blüten zeigten diese Er-

scheinung, und zwar sind sie anscheinend zu Beginn und gegen Ende der Blühperiode weit überwiegend, während in einer mittleren Periode auch reichlicher normale Blüten auftreten. Da die ganze Erscheinung zweifellos nur darauf beruht, daß bei allen diesen Blüten die Mündung der Antherenröhre zu enge ist, um der Narbe Durchtritt gewähren zu können, und da in weiterer Folge davon eine große Zahl von Blüten von der Bestäubung ausgeschlossen wird, so haben wir hier wieder einmal einen der lehrreichen Fälle vor uns, daß ein weitgehend einseitiger Anpassungsapparat unter Umständen zu einer unzweckmäßigen oder geradezu zweckwidrigen Einrichtung werden kann. Denn daß die eingeschlossen bleibenden Narben auch allfälliger Selbstbestäubung entzogen sind, unterliegt kaum einem Zweifel. Die Narbe ist vor dem Austritte noch gar nicht empfängnisreif, und daß sie auch in diesen Hemmungsfällen niemals innerhalb der Antherenröhre zur Entfaltung kommen kann, zeigt das durch Abb. 5 erläuterte Verhalten und erklärt ein Blick auf das Längsschnittsbild Fig. 16: die Narbe ist kurz vor dem Austritte noch ganz geschlossen, so daß gar kein Pollen auf die Papillen gelangen kann, und für die Entfaltung der Narbe bei verwehrtem Austritte ist in der engen Antherenröhre einfach kein Raum. So zahlreich also auch der Pollen im Inneren der Antherenröhre ist, eine Bestäubung erscheint in dieser Situation ausgeschlossen. Soweit der Pollen durch die bis an die Mündung vordringende Narbe auch bei diesen abnormen Blüten hervorgedrängt wird, können sie allerdings im männlichen Stadium wenigstens Bestäubungsmaterial liefern; es erscheint aber immerhin fraglich, ob die (in diesen Fällen meist geringere) vorgestoßene Pollenmasse bei der hochgezogenen Lage der Röhrenmündung (Abb. 2) überhaupt noch mit dem Bestäuber in Berührung kommt. Da müßte man eben wissen, von welchen Tieren diese Blüten besucht werden und wie sich jene dabei benehmen. Übrigens wird bei dieser Pflanze große Verschwendung mit dem Pollen getrieben: Nur ein verschwindend kleiner Teil der Blütenstaubmasse wird durch den Narbenkopf herausgefegt; der weitaus größte Teil bleibt nutzlos in der Antherenröhre zurück, deren Mündung von dem Griffel so vollständig ausgefüllt wird, daß ein nachträgliches Herausfallen und Nutzbarwerden von Pollen ausgeschlossen erscheint. Abb. 16 zeigt ja nur den obersten Teil der Antherenröhre; aber sämtlicher Pollen, der hinter der Region der Fegehaare liegt, bleibt in der Röhre. (Die vor dem Narbenkopfe gewesenen Pollenmassen sind natürlich durch die Vorbehandlung für die Einbettung fortgeschwemmt worden).

Auch eine andere Feststellung am natürlichen Standorte wäre wünschenswert: Nämlich ob diese Hemmungserscheinungen an den Blüten auch unter natürlichen Lebensbedingungen überhaupt und in solcher Zahl auftreten und welcher Prozentsatz der Blüten zur Samenbildung gelangt. Es ist mir nämlich nicht gelungen, durch künstliche Bestäubung einen Fruchtansatz zu erzielen. Mangelnde Keimkraft des Pollens scheint nicht die Ursache zu sein, denn die mikroskopische Untersuchung einer belegten Narbe ergab das Eindringen zahlreicher Pollenschläuche in das Gewebe der Narbe und in den oberen Teil des Griffels, wobei ich auch feststellen konnte, daß die Schläuche in der Tat in dem oben beschriebenen zentralen Leitungsgewebe weiterwandern. Trotz wiederholter Vornahme der Bestäubung war kein Erfolg zu erzielen. (Es wäre denkbar, daß vielleicht die relativ niedere Temperatur des Kalthauses dem weiteren Wachstum der Pollenschläuche ein Hindernis wurde oder sonstwie dem Fortpflanzungsvorgange im Wege stand.) Feststellungen an der Pflanze in ihrer Heimat wären aus allen diesen Gründen recht interessant.

In unseren Gewächshäusern war noch eine zweite „*Siphocampylus*"-Art mit der Etikette *S. lanceolatus* kultiviert. Der Index Kewensis führt diesen Namen in Kursivschrift, scheint ihn also nicht für den maßgebenden zu halten, setzt jedoch bloß ein Fragezeichen hinter den Namen und weiß auch die Heimat dieser Pflanze nicht anzugeben. Der Blütenbau ist mit dem der *Lobelia laxiflora* derart übereinstimmend, daß auch dieser *S. lanceolatus* sicherlich ebensowenig der Gattung *Siphocampylus* zugehört, wie der bicolor. Die Blüten sind ein Geringes größer als bei letzterem und stehen in aufrechter, endständiger, kurzer und büscheliger Traube. An sämtlichen Blüten dieser Spezies verläuft die Entwicklung durchweg normal und ich konnte bei ihnen keinen einzigen Fall solcher Hemmung beobachten.

Innsbruck, Botanisches Institut der Universität, im April 1917.

Erklärung der Tafel VI.

1. Normale Blüte in natürlicher Größe.
2. Blüte mit gehemmter Narbe und gekrümmtem Griffel.

3. u. 4. Ebensolche Blüten nach teilweiser Entfernung der Kronenröhre. In Abb. 3 hat der gestauchte Griffel (ebenso wie bei 2) ein Filament mit emporgehoben, in Abb. 4 ist er zwischen zwei Filamenten durchgebrochen. Nat. Gr.

5. Gehemmt gewesener und durch Schlitzung der Antherenröhre befreiter Griffel; die Krümmung durch rasch eingetretene Streckung weitgehend aufgehoben, die Narbe noch unentfaltet.

6. Etwas späteres Stadium von Abb. 5. Die Krümmung fast vollständig ausgeglichen, die Narbe nachträglich entfaltet.
7. In Alkohol fixierte Blüte, die Verkürzung des Griffels infolge der Wasserentziehung zeigend.
8. Antherenröhre der normalen Blüte in sechsfacher Vergrößerung aufgenommen. Männliches Stadium mit vorgestoßener, von den Sammelhaaren festgehaltener Pollenmasse.
9. Desgleichen. Übergangsstadium: Die Narbe vorgeschoben, aber noch nicht entfaltet; vorne am Narbenkopf Pollenmasse, am Grunde der Narbe der Kranz von Fegehaaren.
10. Desgleichen. Weibliches Stadium mit entfalteter empfängnisreifer Narbe.
11.—13. Querschnitte durch den vordersten Teil der Antherenröhre: 11 von äußersten Mündung, 12 etwas weiter zurück, 13 noch etwas entfernter von der Mündung. Nähere Erklärung Seite 364. Mikrotomschnitte, Hämatoxylinfärbung. Vergr. 18.
14. Vergrößertes Stück aus Präp. Abb. 11. Die Verwachsungsnaht der Antheren. Vergr. 235.
15. Das Leitgewebe des (jungen, noch wachsenden) Griffels. Die schwach zusammenhängenden Zellreihen durch die Wirkung der Gewebespannung am Schnitte teilweise voneinander getrennt.
16. Mikrotom-Längsschnitt durch die Spitze der Antherenröhre einer Blüte im männlichen Stadium. Die Narbe nahe vor dem Austritte. Die Pollensäcke sind bereits aufgelöst, das Innere der Röhre ist mit dem Pollen erfüllt. An der Außenseite der noch geschlossenen Narbenlappen ist der Ansatz der Fegehaare erkennbar. Hämatoxylinpräparat. Vergr. 18.

36. Harald Kylin: Über die Kälteresistenz der Meeresalgen.

(Eingegangen am 19. April 1917).

Während einer Reise nach der zoologischen Station Kristineberg an der Westküste Schwedens im Januar dieses Jahres machte ich einige Beobachtungen über die Kälteresistenz der Meeresalgen, und da meines Wissens in der Literatur noch keine Angaben über dieses Thema vorliegen, werde ich hier meine Beobachtungen zusammenstellen.

Bei meiner Untersuchung verwandte ich besondere Aufmerksamkeit darauf, daß das Gefrieren der Algen bei vollständig bestimmter und konstanter Temperatur geschah. Zu diesem Zwecke wurden Thallusteile der zu untersuchenden Algen in mit Meerwasser gefüllte Präparatröhrchen gelegt. Nachdem die Röhrchen mit einem Kork zugeschlosseen worden waren, wurden sie in eine gefrierende, konzentrierte Salzlösung, welche eben die gewünschte Temperatur besaß, gelegt. Als Salzlösungen benutzte ich solche von KNO_3, $MgSO_4$, $BaCl_2$, KCl und H_4NNO_3, und erhielt dadurch folgende Temperaturen: $-2{,}9°$ (KNO_3), $-5{,}7°$ ($MgSO_4$), $-7{,}8°$ ($BaCl_2$), $-10{,}7°$ (KCl) und $-16{,}8°$ (H_4NNO_3). Diese Temperaturen stellen die eutektischen Punkte der Salzlösungen dar, sie stimmen aber nicht alle mit den Angaben über die eutektischen Punkte überein, die wir der Literatur entnehmen. Dies steht damit im Zusammenhang, daß die benutzten Salze nicht vollkommen rein waren. Für meine Experimente bedeutet dies natürlich nichts, da ich nur beabsichtigte, eine konstante Temperatur zu bekommen, und während der Versuchsserien wurde auch mehrmals nachgeprüft, daß sich die Temperatur wirklich konstant hielt. Die Temperatur $-4{,}0°$ wurde durch eine etwas verdünnte Lösung von $MgSO_4$ erhalten. Die Lösung fing bei $-3{,}9°$ zu gefrieren an, wurde aber erst dann verwendet, als soviel Eis abgeschieden worden war, daß der Gefrierpunkt bei $-4{,}0°$ lag. Die Temperatur $-4{,}0°$ war aber auf diesem Wege schwierig konstant zu halten, und sie variierte während meiner Experimente von $-3{,}9$ bis $4{,}1°$.

Die Gefäße mit den oben erwähnten Salzlösungen wurden in größere Gefäße gestellt, die eine Mischung von Schnee und Kochsalz enthielten, deren Temperatur einige Grade unter dem eutektischen Punkte der Salzlösung war. Konstante Temperaturen unter $-16{,}8°$ habe ich für diese Untersuchung nicht hergestellt. Tiefer liegenden

Temperaturen wurden aber die Algen dadurch ausgesetzt, daß die mit Algen versehenen Präparatröhrchen direkt in eine Mischung von Schnee und Kochsalz gesteckt wurden. In diesen Versuchsserien variierte die Temperatur zwischen — 18° und — 20°.

Nach einer bestimmten Zeit wurden die Präparatröhrchen aus den Salzlösungen herausgenommen und zum Auftauen in ein mit Wasser von + 2° bis + 3° gefülltes Gefäß gelegt. — Die Temperatur des Laboratorium schwankte zwischen + 2° und + 3°. — Die Röhrchen wurden bis zum nächsten Tage liegen gelassen, und dann wurde bei Tageslicht untersucht, welche Algen durch das Gefrieren erfroren waren.

Die im Leben roten Florideen werden beim Absterben orangefarbig, und es bietet demnach keine Schwierigkeiten dar, die erfrorenen und die nicht erfrorenen Florideen voneinander zu unterscheiden. Die Phaeophyceen ändern ebenfalls beim Absterben ihre Farbe. Die lebenden sind braun, die erfrorenen mehr oder weniger grünlich verfärbt. Bei den gröberen Formen lassen sich die erfrorenen und die nicht erfrorenen Thallusteile schon makroskopisch leicht voneinander unterscheiden, die zarteren untersucht man am besten mikroskopisch Die Grünalgen ändern bei ihrem Absterben die Farbe nicht. In diesem Falle habe ich die Thallusteile in eine 20prozentige Lösung von Natriumnitrat gelegt, um durch das Eintreten oder Nicht-Eintreten von Plasmolyse entscheiden zu können. ob sie lebend oder tot waren.

Es ist schon von MOLISCH (1897, S. 38) nachgewiesen worden, daß die Florideen beim Erfrieren ihre Farbe verändern. MOLISCH arbeitete besonders mit *Nitophyllum*, und wies nach, daß diese Alge orangefarbig wird, wenn man sie im Wasser bei — 5° einfrieren läßt; er zieht daraus die Schlußfolgerung, daß diese Floridee schon im gefrorenen Zustande ihr Leben einbüßt und nicht erst beim Auftauen. Während meiner Untersuchungen habe ich auch in bezug auf andere Florideen dieselbe Beobachtung machen können. Besonders günstige Objekte waren *Trailliella intricata* und *Delesseria sanguinea*. Läßt man diese Algen bei — 5° im Meerwasser einfrieren, beobachtet man, daß sie nach etwa anderthalb Stunden orangefarbig werden, und nach zwei bis drei Stunden sind die Thallusteile lebhaft orangerot gefärbt. Durch diesen Farbenwechsel wird anch bewiesen, daß die Algen abgestorben sind, und daß sie schon im gefrorenen Zustande erfroren sind. — Der Farbenwechsel beruht darauf, daß das Phykoerythrin nach dem Absterben aus den Chromatophoren herausgelöst wird. Die Phykoerythrinlösung besitzt eine lebhaft orangefarbige Fluoreszenz (vgl. des Näheren KYLIN 1910).

Das Grünwerden der Phaeophyceen beim Absterben ist schon seit langem bekannt, aber in sehr verschiedener Weise erklärt worden.

Das wahrscheinlichste ist aber, daß es mit den verschiedenen Verhältnissen, in welchen die gelben und grünen Farbstoffe dieser Algen im Leben und nach dem Absterben mit einander vermischt sind, im Zusammenhang steht (vgl. WILLSTÄTTER 1914).

Die Ergebnisse der verschiedenen Versuchsserien sind in der Tabelle 1 zusammengestellt worden.

Tabelle 1. Die Kälteresistenz einiger Meeresalgen; l = lebend; t = tot.

Temperatur	— 2,9°			— 4,0°			— 5,7°			— 7,8°			— 10,7°			— 16,8°			— 18° zu — 20°		
Nach . . . Stunden	3	6	10	3	6	10	3	6	10	3	6	10	3	6	10	3	6	10	3	6	10
Traillieella intricata	t	t	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Delesseria sanguinea . . .	l	l	l	¼t	½t	t	t	t	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Delesseria sinuosa . . .	—	—	—	l	l	l	¼t	½t	t	t	t	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Laurencia pinnatifida . .	l	l	l	¼t	½t	t	½t	t	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ceramium rubrum . . .	—	—	—	l	l	l	l	½t	t	t	t	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chondrus crispus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	l	l	l	l	l	t	t	t	t
Nemalion multifidum . . . die Kriechfäden im Winter	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	l	l	l
Bangia fuscopurpurea . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	l	l	l
Porphyra hiemalis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	l	l	l
Laminaria saccharina . . einjährige Individuen	—	—	—	l	l	l	½t	t	t	t	t	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Laminaria saccharina . . altes Blatt mehrjähriger Individuen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	l	l	l	l	l	l	t	t	t	—	—	—
Laminaria digitata . . . junges Blatt mehrjähriger Individuen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	l	l	l	t	t	t	—	—	—	—	—	—
Pylaiella litoralis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	l	l	l	l	½t	t
Fucus vesiculosus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	l	l	l
Fucus serratus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	l	l	l
Ascophyllum nodosum . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	l	l	l
Enteromorpha intestinalis .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	l	l	l
Chladophora rupestris . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	l	l	l	t	t	t

Zu den Ergebnissen, die aus der Tabelle 1 hervorgehen, sind ge Bemerkungen hinzuzufügen. Sehr kälteempfindlich ist *illiella intricata*, welche schon nach drei Stunden abgestorben wenn man sie bei — 2,9° einfrieren läßt, also bei einer Temperatur, nur unbedeutend mehr als ein Grad unter dem Gefrierpunkt Meerwassers liegt. — Der Gefrierpunkt des Meerwassers schwankt ach dem Salzgehalte, und zwar so, daß ein Gefrierpunkt von 1,70° einem Salzgehalt von 3,0% entspricht, und ein Gefrierpunkt on — 1,85° einem Salzgehalt von 3,3 %. Der Salzgehalt des Meerassers schwankte während meiner Untersuchungen von 3,0 bis 3,3 %.

Delesseria sanguinea und *Laurencia pinnatifida* sind ebenfalls ls besonders kälteempfindlich zu bezeichnen, sie sind jedoch etwas eniger empfindlich als *Traillietta*, da sie — 2,9° vertragen und erst bsterben, wenn sie bei — 4° eingefroren werden. Nach der Tabelle u urteilen, wäre *Delesseria sinuosa* weniger frostempfindlich als *elesseria sanguinea*. Dies ist aber sicher nur scheinbar. Von *Delesseia sanguinea* habe ich die jungen Blätter, die im Winter herausachsen, und zur Zeit meiner Untersuchung erst 1 bis 2 cm lang aren, benutzt, von *Delesseria sinuosa* dagegen ältere Thallusteile, ie im Frühling des vorigen Jahres ausgewachsen waren (betreffs er Biologie der *Delesseria*-Arten vgl. KYLIN 1907, und vgl. weiter nten die *Laminaria*-Arten).

Ceramium rubrum ist weniger empfindlich als *Delesseria* und *aurencia*. Sie verträgt gut, bei — 4° eingefroren zu werden, und ist st nach zehn Stunden bei — 5,7° abgestorben. Noch weniger npfindlich ist *Chondrus Crispus*, die erst bei einer Temperatur n — 16,8° erfriert. Die drei Arten *Nemalion multifidum*, *Bangia iscopurpurea* und *Porphyra hiemalis* sind als besonders kälteresistent u bezeichnen, da sie bei einer Temperatur von — 18° bis — 20° ach zehn Stunden noch nicht erfroren waren. Von *Nemalion multidum* habe ich die im Winter vorkommenden Kriechfäden untersucht. ie erwachsene Pflanze kommt nur im Sommer vor, und es ist nicht nwahrscheinlich, daß sie während dieser Zeit jener großen Kältesistenz entbehrt.

Unter den Phaeophyceen sind *Fucus vesiculosus*, *F. serratus* nd *Ascophyllum nodosum* besonders kälteresistent, und *Pylaiella toralis* schließt sich diesen nahe an. Die *Laminaria*-Arten, *L. saccharina* und *L. digitata* besitzen je nach den verschiedenen Entwicklungsadien eine verschiedene Kälteresistenz. Die einjährigen Individuen on *L. saccharina* sterben schon bei einer Temperatur von — 5,7° b, und wahrscheinlich verhält sich eine junge *Laminaria digitata* ähnlicher Weise. Bei den alten *Laminaria*-Individuen findet im

Winter ein Blattwechsel statt, es scheint aber, als ob das alte Blatt gegen die Kälte mehr resistent wäre als das junge, eben herauswachsende. Leider ist meine Untersuchung in diesem Punkte nicht vollständig, da ich das alte Blatt von *Laminaria saccharina* und das junge Blatt von *L. digitata* untersucht habe, und ein direkter Vergleich demnach nicht gestattet ist. *Laminaria saccharina* habe ich dagegen in zwei verschiedenen Entwicklungsstadien untersucht, und es zeigte sich, daß diese in bezug auf ihre Kälteresistenz sehr verschieden sind. Die junge, einjährige Pflanze ist bedeutend kälteempfindlicher als die alte, mehrjährige.

Es ist von mehreren Forschern nachgewiesen worden, daß die jungen embryonalen Gewebe eine größere Kälteresistenz besitzen als die etwas älteren, eben herausgewachsenen, Besonders lehrreich ist die Untersuchung von APELT (1907, S. 249), durch welche nachgewiesen wurde, daß die oberen Teile der jungen Kartoffeltriebe weniger frostempfindlich sind als die unteren. Es scheint ja, als ob diese Beobachtungen mit den meinigen in bezug auf die *Laminaria*-Arten im Widerspruch ständen. Dies ist aber nicht der Fall, da die beiden Untersuchungen nicht miteinander vergleichbar sind. Besser sind meine Beobachtungen mit denjenigen vergleichbar, die WINKLER (1913, S. 471 und 485) in bezug auf die Kälteresistenz der Laubbäume gemacht habe. Er hat nämlich nachweisen können, daß der Todespunkt der jungen Triebe während der Wachstumsperiode im Frühling und Vorsommer zwischen — 3° bis — 5° liegt, hingegen der Todespunkt der vorjährigen Triebe während derselben Zeit zwischen — 8° bis — 10°. Die jungen Triebe sind demnach in diesem Falle kälteempfindlicher als die älteren, und dies stimmt ja vollkommen mit meinen Beobachtungen in bezug auf die *Laminaria*-Arten überein.

In der Tabelle 1 sehen wir, daß *Delesseria sanguinea* frostempfindlicher ist als *D. sinuosa*. Es ist aber schon bemerkt worden, daß diese Angaben miteinander nicht vergleichbar sind, weil von der ersten Art die jungen im Winter eben herauswachsenden Blätter, von der letzteren dagegen ältere Blätter, die im vorigen Frühling ausgewachsen waren, untersucht wurden. Wahrscheinlich besitzen die beiden *Delesseria*-Arten dieselbe Frostempfindlichkeit, und die Angaben in der Tabelle 1 wären dann so zu deuten, daß die jungen Blätter frostempfindlicher sind als die älteren in ähnlicher Weise wie bei *Laminaria saccharina*. — Ältere Blätter von *Delesseria sanguinea* sind im Winter nicht zu haben, da sie schon im Spätsommer und Herbst abfallen. Junge Blätter von *Delesseria sinuosa* bekommt man erst im Frühling.

Die verschiedene Frostempfindlichkeit der Meeresalgen spielt hervorragende Rolle in bezug auf die Verteilung der Algen-:ation auf verschiedene Meerestiefen. In der algologischen atur hat man aber bis jetzt die Bedeutung der Winterkälte für ılgenvegetation nicht berücksichtigt, und ich will deshalb dieses ıa etwas eingehender behandeln.

Ebbe und Flut fehlt an der schwedischen Westküste nicht voll-lig, der Unterschied zwischen der Ebbegrenze und der Flutgrenze gt aber nur etwa drei Dezimeter. Diese beiden Grenzen werden von verschiedenen Faktoren so unbestimmt gemacht oder sogar :rwischt, daß sie die Verteilung der Algenvegetation nicht merk-beeinflussen. Bei der Zusammenwirkung mehrerer Faktoren die Wasserlinie im Sommer bis 0,5 m, im Winter bis 0,65 m ·halb des Mittelwasserstandes verschoben werden. — Diese An-)en gelten für die Gegend in der Nähe der zoologischen Station istineberg. — Ein größerer oder geringerer Teil der Algenvege-i:n wird dabei von Wasser entblößt, und diese bloßgelegte Vegeta-n kommt unter neue Bedingungen, die sie mehr oder weniger .ädlich beeinflussen. Im Sommer wird sie der Austrocknung, im nter der Kälte ausgesetzt. Diejenigen Algen, die sich gegen Aus-cknung nicht schützen können, oder von solcher leicht geschädigt rden, können deshalb erst unterhalb 0,5 m vorkommen, und die-igen, die im Winter leicht erfrieren, sind in die Meeresabschnitte :erhalb 0,65 m Tiefe verwiesen.

An der schwedischen Westküste kommen meistens jedes Jahr Januar und Februar einige Tage vor, wo eine Temperatur von 6° bis — 8° zusammen mit einem niedrigen Wasserstande herrscht. .bei sterben die frostempfindlicheren Arten, wenn sie oberhalb ,5 m vorkommen, ab. Und verwenden wir nun die Angaben in der belle I, können wir behaupten, daß *Traillietla intricata*, die *De-seria*-Arten, *Laurencia pinnatifida*, *Ceramium rubrum* und die *minaria*-Arten im Winter oberhalb 0,65 m Wassertiefe erfrieren ıssen. Unter diesen Arten kommen die *Delesseria*-Arten im allge-inen erst unterhalb 5 m vor. *Traillietla intricata* und *Ceramium rum* sind im Sommer nicht selten oberhalb 0,65 m, epiphytisch : *Ascophyllum nodosum* oder *Fucus vesiculosus*. Nach einer kalten nternacht mit niedrigem Wasserstand beweisen aber die jetzt ıngefarbigen Büschel von *Traillietla* und *Ceramium*, daß diese ;en erfroren sind. Die *Laminaria*-Arten kommen erst unterhalb 0 bis 0,65 m Tiefe vor. Im Sommer sieht man aber junge Lami-ıen, die auf geeigneten Lokalitäten schon in einer Tiefe von 0,3 0,4 m gut gedeihen. Im Winter erfrieren sie aber leicht. Es

ist demnach die Winterkälte, die daran schuld ist, daß man an der schwedischen Westküste ältere Laminarien erst unterhalb 0,60 bis 0,65 m Tiefe findet

In bezug auf *Laurencia pinnatifida* habe ich einige interessante Beobachtungen gemacht. Diese Alge kommt oft als Epiphyt auf *Fucus serratus* vor. Sie ist einjährig, fertil im Vorsommer und stirbt nach der Verbreitung der Sporen ab. Die Sporen keimen unmittelbar, die jungen Keimlinge vertragen aber nicht, vom Wasser entblößt zu werden, und können deshalb im Sommer nicht oberhalb 0,5 m Tiefe gedeihen. Im vorigen Winter beobachtete ich eben einen Felsen, der unmittelbar unterhalb der Linie für 0,5 m Tiefe mit *Laurencia pinnatifida* reichlich bewachsen war. Die Individuen waren etwa 3 bis 4 cm hoch. Während einiger Tage im Januar sank das Wasser bis zu 0,6 m; die Kälte war während dieser Tage — 6° bis — 8°. In dieser Zeit erfroren die Individuen, die bloßgelegt worden waren. Die physiologische obere Grenze für das Vorkommen von *Laurencia pinnatifida* an der schwedischen Westküste ist demnach zu 0,60 bis 0,65 m Tiefe zu setzen in ähnlicher Weise wie für die *Laminaria*-Arten, und es ist die Winterkälte, die diese physiologische Grenzlinie bestimmt.

Unter den Rotalgen sind *Chondrus crispus, Nemalion multifidum, Bangia fuscopurpurea* und *Porphyra hiemalis* als kälteresistent zu bezeichnen. Unter diesen bilden *Bangia* und *Porphyra* Formationen oberhalb der Mittelwasserlinie (vgl. ferner KYLIN 1907, S. 220—221) und es ist demnach notwendig, daß sie im Winter besonders kälteresistent sind. *Nemalion* bildet Formationen, welche die mittlere Wasserlinie markiert, und die im Winter vorkommenden Kriechfäden müssen eine stärkere Kälte vertragen können. *Chondrus crispus* kommt im allgemeinen erst unterhalb 0,50 m Tiefe vor.

Unter den kälteresistenten Phaeophyceen bilden *Fucus vesiculosus* und *Ascophyllum nodosum* zusammen eine Formation, welche sich von unmittelbar unterhalb der Mittelwasserlinie bis 0,5 m Tiefe erstreckt. *Pylaiella litoralis* ist gemein als Epiphyt auf *Fucus* und *Ascophyllum* Diese drei Arten werden oft von Wasser entblößt und müssen dann im Winter die Kälte vertragen können. *Fucus serratus* kommt erst in einer Tiefe von 0,5 m vor. Wahrscheinlich verträgt diese Art eine Austrocknung im Sommer weniger gut, die Winterkälte verträgt sie dagegen gut, und kann demnach im Winter ohne Schaden von Wasser entblößt werden.

Die beiden untersuchten Grünalgen: *Enteromorpha intestinalis* und *Chladophora rupestris* sind beide als kähteresistent zu bezeichnen. *Enteromorpha* wird im Winter bloßgelegt, *Chladophora* dagegen

r oft; sie gedeiht aber gut schon in einer Tiefe von etwa 0,50 m, ..ıß deshalb kälteresistent sein.

Es ist schon von mehreren Forschern nachgewiesen worden, sich das Eis beim Gefrieren der Pflanzen nicht innerhalb der ı, sondern außerhalb derselben in den Interzellularräumen . :. Bei den Algen fehlen aber die Interzellularräume, und das bildet sich deshalb beim Gefrieren außerhalb des Thallus dieser anzen. In bezug auf die Meeresalgen hat MOLISCH (1897, S. 24) se Tatsache für *Derbesia Lamourouxii* nachgewiesen. Bei *Codium sa* bilden sich aber nach MOLISCH manchmal Eiskrystalle erhalb der etwas keulenförmig aufgetriebenen Zellschläuche, die krecht zur Oberfläche des Thallus gestellt sind.

Bei den größeren Fucaceen ist es leicht, indirekt nachzuweisen, sich das Eis beim Gefrieren nicht innerhalb des Thallus bildet. nn man eines kalten Wintertages die von Wasser entblößte *Fucus- ophyllum*-Vegetation untersucht, findet man, daß die Thallusteile, ringsum mit Eis umgeben sind, nach dem Entfernen des Eises it steif gefroren sind, und daß demnach kein Eis innerhalb des illus gebildet worden ist. Läßt man Thallusteile von *Fucus*-Arten, *ophyllum*, *Laminaria*-Arten, *Delesseria* oder *Porphyra* in feuchter t frieren, beobachtet man, daß sich die Thallusoberfläche mit r Eiskruste bedeckt, daß aber der Thallus nach dem Entfernen ser Kruste nicht steif, sondern noch weich und biegsam ist. Inner- ɔ des Thallus ist demnach kein Eis gebildet worden.

* * *

Es ist von LIDFORSS (1907) nachgewiesen worden, daß die nzen ihre Kälteresistenz vergrößern, wenn sie Gelegenheit be- ımen, Zucker aufzunehmen. Diese Beobachtung LIDFORSS ist :er von MAXIMOW (1912) bestätigt worden, und dieser Forscher s auch nach, daß das Aufnehmen von verschiedenen Salzen eben- s die Kälteresistenz der Pflanzen vergrößert. Durch diese Unter- ıungen angeregt, stellte ich mir die Frage, ob die Meeresalgen iger frostempfindlich werden, wenn sie mit Zucker oder Salz- ngen behandelt werden. Zum Zwecke einer Untersuchung er Frage wurden Lösungen verschiedener Stärke von Trauben- ker oder Natriumnitrat in Meerwasser hergestellt. In diesen ungen wurden die Algen ein bis drei Tage liegen gelassen, es zeigte aber, daß mehrere Algen die stärkeren Lösungen dieser Stoffe rhaupt nicht vertrugen. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 2 3 zusammengestellt worden. In der Tabelle 2 sind die Gefrier- kte der verschiedenen Lösungen angeführt. Diese sind aber t experimentell bestimmt, sondern theoretisch berechnet. Die ierpunktserniedrigung des Meerwassers wurde ermittelt (sie

betrug — 1,7°), und dazu die von dem Traubenzucker bedingte Erniedrigung addiert (1 n = — 1,85°). Die Gefrierpunktserniedrigung der Nitratlösungen läßt sich wegen der elektrolytischen Dissoziation des Nitrats nicht in dieser Weise ermitteln. Zu den Tabellen sei noch bemerkt, daß eine 1-normalige Traubenzuckerlösung 18prozentig, eine 1-normalige Natriumnitratlösung 8,5 prozentig ist. Temperatur des Laboratoriums + 2° bis + 3°.

Tabelle 2. Thallusteile in Traubenzuckerlösung;
l = lebend; t = tot

Konzentration der Zuckerlösung	1/8 n (Gefrierp. — 1,9°)			1/4 n (Gefrierp. — 2,2°)			1/2 n (Gefrierp. — 2,6°)			1 n (Gefrierp. — 3,5°)			2 n (Gefrierp. — 4,4°)		
nach . . . Tagen	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Trailliella intricata . .	l	l	l	l	l	l	t	t	t	t	t	t	t	t	t
Delesseria sanguinea . .	l	l	l	l	l	l	l	¼t	¾t	½t	t	t	t	t	t
Laurencia pinnatifida .	l	l	l	l	l	l	l	l	½t	¼t	½t	t	t	t	t
Ceramium rubrum . .	l	l	l	l	l	l	l	l	¼t	l	½t	t	¼t	¾t	t
Chondrus crispus . . .	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	½t	l	l	t
Porphyra hiemalis . .	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
Laminaria saccharina . einjährige Individuen	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	½t	t	t	t	t
Pylaiella litoralis . . .	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	¼t	t
Fucus vesiculosus . .	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l

Tabelle 3. Thallusteile in Natriumnitratlösung;
l = lebend; t = tot.

Konzentration der Nitratlösung	1/8 n			1/4 n			1/2 n			1 n			2 n		
nach . . . Tagen	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Trailliella intricata . .	l	l	l	½t	¾t	¾t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
Delesseria sanguinea .	l	l	l	l	¼t	¼t	¾t	t	t	t	t	t	t	t	t
Laurencia pinnatifida .	l	l	l	l	l	l	½t	t	t	t	t	t	t	t	t
Ceramium rubrum . .	l	l	l	l	l	l	¼t	t	t	¾t	t	t	t	t	t
Chondrus crispus . . .	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	½t	l	½t	t
Porphyra hiemalis . .	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
Laminaria saccharina . einjährige Individuen	l	l	l	l	l	l	l	¼t	½t	¼t	t	t	t	t	t
Pylaiella litoralis . . .	l	l	l	l	l	l	l	½t	t	l	t	t	½t	t	t
Fucus vesiculosus . . .	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l

Betrachten wir erst die Tabelle 2, so finden wir, daß *Trailliella intricata* in der ½-n Traubenzuckerlösung schon nach einem Tage abgestorben ist. Die drei Rotalgen *Delesseria sanguinea, Laurencia pinnatifida* und *Ceramium rubrum* werden auch von dieser Lösung mehr oder weniger beschädigt, während dagegen *Chondrus crispus* erst nach drei Tagen in einer 1-n Lösung etwas beschädigt war, und *Porphyra hiemalis* die 2-n Lösung während dreier Tage gut vertrug. Unter den Phaeophyceen entsprechen die einjährigen Individuen von

Laminaria saccharina am ehesten *Ceramium rubrum*, *Pylaiella litoralis* entspricht *Chondrus crispus* und *Fucus vesiculosus Porphyra hiemalis*. — Die Schädlichkeit der Zuckerlösungen steht mit ihren plasmolysierenden Eigenschaften im Zusammenhang. Diejenigen Algen, die eine Plasmolyse gut vertragen, bleiben lebend, diejenigen aber, die eine solche nicht vertragen, sterben ab. Der osmotische Druck der untersuchten Meeresalgen wurde nicht ermittelt, bemerkt sei aber, daß die Zellen von *Porphyra hiemalis* und *Pylaiella litoralis* in den n-Lösungen schwach plasmolysiert wurden, und daß diese Plasmolyse nach drei Tagen noch nicht zurückgegangen war.

Die meisten der untersuchten Algen wurden von den Nitratlösungen stärker als von den Traubenzuckerlösungen beschädigt. Nur *Porphyra hiemalis* und *Fucus vesiculosus* vertrugen während dreier Tage die 2-n Nitratlösung. Die größere Schädlichkeit der Nitratlösungen wird leicht dadurch erklärt, daß das Nitrat elektrolytisch gespalten wird, und daß demzufolge die Nitratlösungen einen stärkeren osmotischen Wert besitzen als die entsprechenden Zuckerlösungen.

Und nun zur Hauptfrage zurück: werden die kälteempfindlichen Meeresalgen weniger empfindlich, wenn man sie mit Lösungen von Traubenzucker oder Natriumnitrat behandelt? Unter den empfindlicheren Arten wurden *Trailliella intricata*, *Delesseria sanguinea*, *Laurencia pinnatifida* und *Ceramium rubrum* untersucht. Da sie aber die Nitratlösungen sehr schlecht vertragen, wurde nur die Einwirkung der Traubenzuckerlösungen ermittelt, und zwar nur die Lösungen von $^1/_8$-n und $^1/_4$-n, weil die stärkeren Lösungen die Algen schädlich beeinflussen. Die Algen wurden drei Tage in den Zuckerlösungen liegen gelassen und dann bei verschiedenen Temperaturen in derselben Lösung, mit welcher sie behandelt worden waren, eingefroren. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4. **Thallusteile drei Tage mit Traubenzuckerlösung ($^1/_8$ n oder $^1/_4$ n) behandelt, dann in derselben Lösung gefroren; l = lebend; t = tot.**

Gefroren bis zum	— 2,9°				— 4,0°				— 5,7°				— 7,8°			
Konz. der Zuckerlösung	$^1/_8$ n		¼ n		$^1/_8$ n		¼ n		$^1/_8$ n		¼ n		$^1/_8$ n		¼ n	
nach . . . Stunden	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
Trailliella intricata	t	t	t	t	t	t	t	t	—	—	—	—	—	—	—	—
Delesseria sanguinea	l	l	l	l	$^1/_2$t	t	½t	t	t	t	t	t	—	—	—	—
Laurencia pinnatifida	l	l	l	l	$^1/_2$t	t	½t	t	t	t	t	t	—	—	—	—
Ceramium rubrum .	—	—	—	—	l	l	l	l	½t	t	½t	t	t	t	t	t

Vergleichen wir nun die Ergebnisse der Tabellen 1 und 4, so finden wir, daß die untersuchten, frostempfindlichen Florideen durch die Behandlung mit Traubenzuckerlösungen ihre Resistenz gegen Kälte nicht vergrößert haben. Sie erfrieren bei derselben Temperatur gleichgültig, ob sie in reines Meerwasser oder in Meerwasser mit Zusatz von etwas Traubenzucker eingefroren werden.

Während des Winters wird, wie bekannt, die Stärke der überwinternden Pflanzenteile mehr oder weniger vollständig in Zucker verwandelt. Die submerse wintergrüne Flora besteht, wie LIDFORSS nachgewiesen hat (1907, S. 31), aus zwei verschiedenen Elementen, „die man als die konstant submerse und die amphibischen bezeichnen könnte. Zur ersteren Kategorie gehören *Elodea*, *Ceratophyllum*, *Stratiotes* und *Chara*; diese vegetieren das ganze Jahr durch submers und überwintern am Boden der Teiche in einer Tiefe, wo das Wasser normal nicht gefriert. Alle diese Pflanzen sind dadurch ausgezeichnet, daß die in Blättern und Sprossen aufgespeicherte Stärke im Winter nicht aufgelöst wird. Die andere Kategorie umfaßt diejenigen Pflanzen, welche im Frühling normale Luftsprosse entwickeln, und meistens eine so zu sagen subterrestre Lebensweise führen (*Ranunculus lingua*, *Mentha aquatica*, *Sium*, *Veronica beccabunga*, *Menyanthes*, *Calla*, usw.); diese verhalten sich, trotzdem sie im Winter unterhalb der Wasserfläche vegetieren, ganz wie die typischen Landpflanzen, indem sie bei andauernder Kälte ihre Blattstärke vollkommen in Zucker umwandeln."

In den Meeresalgen (Florideen, Phaeophyceen und Chlorophyceen) sind reduzierende Zuckerarten nur in sehr geringen, kaum nachweisbaren Mengen vorhanden (vgl. KYLIN 1915), und, wie ich gefunden habe, ist dieses sowohl im Winter wie im Sommer der Fall. Bei einigen Florideen (*Bangia fuscopurpurea*, *Chondrus crispus*, *Porphyra laciniata* und *Rhodymenia palmata*) kommt aber ein Disaccharid, die Trehalose, vor, die dagegen bei *Ceramium rubrum* fehlt. Stärke ist in den Florideenzellen sowohl im Winter wie im Sommer vorhanden. Bei den Phaeophyceen fehlt Stärke, wird aber bei den bisher untersuchten Arten von einem anderen Polysaccharid, dem Laminarin, ersetzt. Zuckerarten (Mono- und Disaccharide) sind bei den Phaeophyceen im Winter wie im Sommer nur in sehr geringen Mengen vorhanden. Die von mir untersuchten Meereschlorophyceen (*Enteromorpha* und *Cladophora*) besitzen während des ganzen Jahres reichliche Mengen Stärke, aber nur sehr geringe Mengen reduzierende Zuckerarten. Die Disaccharide dieser Algen sind nicht untersucht.

Aus dem oben Angeführten geht demnach hervor, daß die Reservestoffe aus der Kohlenhydratreihe bei den Meeresalgen im Winter nicht in reduzierende Zuckerarten umgewandelt werden, und daß sich also die Meeresalgen in dieser Hinsicht an „die konstant submerse wintergrüne Flora" anschließen, was ja von vornherein zu erwarten war

Es ist von besonderem Interesse, daß die Pflanzen der beiderlei Kategorien der submersen wintergrünen Flora eine ganz verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen Kälte besitzen. Die konstant submersen Pflanzen sind kälteempfindlich, die amphibischen dagegen kälteresistent, und dies deutet nach LIDFORSS (1907, S. 49) auf einen Parallelismus zwischen Zuckerarmut und Kälteempfindlichkeit bzw. Zuckerreichtum und Kälteresistenz hin.

Die verschiedene Kälteresistenz der untersuchten Meeresalgen kann aber nicht mit Zuckerarmut oder Zuckerreichtum in Zusammenhang gebracht vorden. Nebenbei sei bemerkt, daß die Zuckerrübe trotz ihrem großen Zuckergehalt sehr frostempfindlich ist.

LIDFORSS (1907, S. 46) hat auch versucht, die besonders kälteempfindliche *Elodea canadensis* durch von außen zugeführten Zucker kälteresistenter zu machen, aber vergebens. *Elodea* stimmt also in dieser Hinsicht mit den von mir untersuchten kälteempfindlichen Florideen überein.

Es ist oben nachgewiesen worden, daß Lösungen von Traubenzucker oder Natriumnitrat im Meereswasser auf die empfindlicheren Algen tödlich einwirken, sogar in Konzentrationen, die nicht als besonders stark zu bezeichnen sind. Diese schädliche Einwirkung steht mit den plasmolysierenden Eigenschaften der Lösungen im Zusammenhang. Um aber dieses Thema etwas genauer zu verfolgen, wurde noch eine Experimentserie, und zwar in folgender Weise gemacht. Meerwasser wurde bis auf etwa ein Viertel seines Volumens konzentriert. Dann wurde frisches Meerwasser in verschiedenen Mengen zugesetzt, und zwar so, daß vier Mischungen erhalten wurden. Die Gefrierpunkte dieser Mischungen wurden bestimmt. Sie betrugen $-3{,}1°$, $-3{,}8°$, $-5{,}3°$ und $-6{,}9°$ In diese Mischungen wurden Thallusstücke verschiedener Algen gelegt, und die Einwirkung nach bestimmten Zeiten untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengestellt worden. Temperatur des Laboratoriums $+2°$ bis $+3°$.

Tabelle 5. Thallusteile in konzentriertem Meerwasser; l = lebend; t = tot.

Gefrierpunkt des Wassers	— 3,1 °				— 3,8 °				— 5,8 °				— 6,9 °			
nach . . . Stunden	2	6	24	48	2	6	24	48	2	6	24	48	2	6	24	48
Trailliella intricata	¼t	½t	¾t	t	¾t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
Delesseria sanguinea	l	l	l	l	l	l	l	t	½t	t	t	t	1/.t	t	t	t
Laurencia pinnatifida	l	l	l	l	l	l	l	¼t	½t	t	t	t	½t	t	t	t
Ceramium rubrum .	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	¼t	½t	l	¼t	t	t
Chondrus crispus .	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	t
Porphyra hiemalis .	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
Laminaria saccharina . . . . . einjährige Individuen	l	l	l	l	l	l	l	½t	l	l	l	t	l	l	t	t
Laminaria digitata junges Blatt mehrjähriger Individuen	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	t
Pylaiella litoralis .	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	¼t	¾t
Fucus vesiculosus .	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
Enteromorpha intestinalis	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
Chladophora rupestris	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l

Unter den untersuchten Algen erwies sich *Trailliella* als besonders empfindlich, indem sie schon von der Lösung mit dem Gefrierpunkt — 3,1° nach und nach getötet wurde. Als empfindlich sind auch die Arten *Delesseria sanguinea, Laurencia pinnatifida, Ceramium rubrum* und die einjährigen Individuen von *Laminaria saccharina* zu bezeichnen. Die übrigen sind mehr oder weniger resistent.

Vergleichen wir nun die Ergebnisse der Tabellen 2, 3 und 5, d. h. die Einwirkungen von resp. Traubenzucker, Natriumnitrat und konzentriertem Meerwasser, so finden wir, daß *Trailliella intricata* von den verschiedenen Lösungen am leichtesten beschädigt wird. Auf der nächsten Stufe stehen *Delesseria sanguinea* und *Laurencia pinnatifida,* dann *Ceramium rubrum* und die einjährigen Individuen von *Laminaria saccharina.* Die übrigen Arten wurden erst von den stärker konzentrierten Lösungen getötet, oder lebten noch, als die Versuchszeit abgelaufen war. Die Ergebnisse der Tabellen verlaufen miteinander parallel, was ja von vornherein zu erwarten war, da es sich in allen Tabellen um einen und denselben schädlich einwirkenden Faktor handelt, nämlich die plasmolysierende (osmotische) Eigenschaft der Lösungen.

Vergleichen wir aber einerseits die Tabelle 1, andererseits die Tabellen 2, 3 und 5, so finden wir, daß die Kälteresistenz der unter-

suchten Meeresalgen mit dem Vermögen dieser Algen, konzentrierte Lösungen zu vertragen, parallel verläuft. Der Parallelismus ist so hervortretend, daß man unbedingt die Schlußfolgerung ziehen muß, daß wenigstens in erster Linie ein und derselbe Faktor bei dem Erfrieren und beim Abtöten durch konzentrierte Lösungen wirksam ist. Und dies ist, wie ich glaube, auch der Fall. Um dies aber besser zu verstehen, muß man bedenken, daß bei dem Gefrieren des Meerwassers reines Eis ausfriert, und daß es immer eine Mischung von Eis und Salzlösung gibt, bis der eutektische Punkt erreicht ist. Und je nachdem mehr Eis gebildet wird, wird die noch vorhandene Salzlösung mehr und mehr konzentriert. Diese konzentrierte Salzlösung wirkt plasmolysierend auf die Algen. Vertragen aber die Algen diese plasmolysierende Wirkung gut, so vertragen sie auch die Kälte gut, und sind also widerstandsfähig gegen die Kälte. Vertragen sie dagegen eine Plasmolyse weniger gut, werden sie schon bei einem geringerem Kältegrade (vorausgesetzt, daß Eis gebildet worden ist) beschädigt, und erfrieren leicht.

„Der Gefriertod der Pflanze ist im wesentlichen auf einen zu großen, durch die Eisbildung hervorgerufenen Wasserverlust des Protoplasmas zurückzuführen" (MOLISCH 1897, S. 73). Die Theorie, daß das Erfrieren eigentlich auf einem Wasserentzug infolge der Eisbildung beruht, wurde von MÜLLER-THURGAU (1880—86) begründet, und dann haben MOLISCH (1897) und MAXIMOW (1914) dieser Meinung lebhaft beigepflichtet. MAXIMOW meint aber, daß das sich beim Gefrieren der Pflanze bildende Eis nicht nur eine wasserentziehende, sondern auch eine mechanisch-koagulierende Wirkung auf die Plasmakolloide ausübt, und faßt schließlich die Ergebnisse seiner Untersuchungen folgendermaßen zusammen: „die Pflanze wird nicht von der niedrigen Temperatur an sich, nicht vom spezifischen Temperaturminimum abgetötet, sondern von den physikochemischen Veränderungen, welche im Plasma unter dem Einfluß des sich im Pflanzenkörper bildenden Eises eintreten."

Aus meinen Experimenten lassen sich keine sicheren Schlüsse in bezug auf die mechanisch-koagulierende Wirkung des Eises auf die Plasmakolloide ziehen. Auf eine solche deutet aber vielleicht die Tatsache, daß *Trailliella* bei — 2,9° schon nach drei Stunden erfroren ist, in einer Lösung von konzentriertem Meerwasser, deren Gefrierpunkt — 3,1° betrug, dagegen erst nach 48 Stunden vollkommen abgestorben war. Die Ergebnisse meiner Untersuchung sprechen aber entschieden für die Richtigkeit der von MÜLLER-THURGAU begründeten Theorie, daß das Erfrieren in erster

Linie durch Wasserentzug infolge der Eisbildung bedingt ist.

Es ist schon von mehreren Forschern nachgewiesen worden, daß die Pflanzen erst dann bei niedriger Temperatur absterben, wenn sich Eis in den Pflanzengeweben bildet (vgl. besonders die Untersuchung von VOIGTLÄNDER 1909). Während meiner Untersuchungen habe ich mehrmals beobachtet, daß dies auch in bezug auf die Meeresalgen gilt, nur mit dem Unterschied, daß sich bei diesen Pflanzen das Eis nicht innerhalb, sondern außerhalb der Zellengewebe bildet. Präparatröhrchen mit *Trailliella* habe ich während zehn Stunden ohne Eisbildung bis — 2,9° abgekühlt, ohne daß die Alge abgestorben war. Wäre Eisbildung eingetreten, würde die Alge schon nach drei Stunden tot gewesen sein. Bis zu — 4° habe ich diese Alge während zwei Stunden ohne Eisbildung abgekältet, ohne daß sie in irgendeiner Weise beschädigt worden war. Eine Eisbildung ist demnach für das Erfrieren notwendig.

Upsala, im April 1917.

Literaturverzeichnis.

APELT, A., Neue Untersuchungen über den Kältetod der Kartoffel. — Beiträge zur Biol. der Pflanzen, Bd. 9, Breslau 1907.

KYLIN, H., Studien über die Algenflora der schwedischen Westküste. Akadem. Abh. Upsala 1907.

— — Über Phykoerythrin und Phykocyan bei *Ceramium rubrum* (Huds.) Ag. — Zeitschr. für physiol. Chemie, Bd. 69, Straßburg 1910.

— — Untersuchungen über die Biochemie der Meeresalgen. — Ebenda, Bd. 94, Straßburg 1915.

LIDFORSS, B., Die wintergrüne Flora. — Lunds Universitets Årsskrift, N. F. Bd. 2, Afd. 2, Lund 1907.

MAXIMOW, N. A., Chemische Schutzmittel der Pflanzen I—III. — Ber. der deutsch. bot. Ges., Bd. 30, Berlin 1912.

— — Experimentelle und kritische Untersuchungen über das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen. — Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 53, Leipzig 1914.

MOLISCH, H., Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen. Jena 1897.

MÜLLER-THURGAU, H., Über das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen I—II. Landw. Jahrb., Bd. 9, Berlin 1880; Bd. 15, Berlin 1886.

VOIGTLÄNDER, H., Unterkühlung und Kältetod der Pflanzen. — Beiträge zur Biol. der Pflanzen, Bd. 9, Breslau 1909.

WILLSTÄTTER, R., und PAGE, H. J. Über die Pigmente der Braunalgen. — Annalen der Chemie Bd. 404, Leipzig 1914.

WINKLER, A., Über den Einfluß der Außenbedingungen auf die Kälteresistenz ausdauernder Gewächse. — Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 52, Leipzig 1913.

37. A. Ursprung und G. Blum: Über die Schädlichkeit ultravioletter Strahlen.

(Eingegangen am 26. April 1917.)

Bei den Untersuchungen über die Stärkebildung im Spektrum[1]) wurde mehrfach die schädliche Wirkung ultravioletter Strahlen beobachtet. Dies veranlaßte uns zu einigen orientierenden Versuchen.

Eine Durchsicht der Literatur zeigt, daß bisher hauptsächlich das Verhalten niederer Organismen, speziell der Bakterien studiert worden ist. Was über höhere Pflanzen gearbeitet wurde, findet sich bis 1911 bei KLUYVER[2]) zusammengestellt, so daß wir uns auf das für uns Wesentlichste und auf wichtigere Neuerscheinungen beschränken können.

Um zu entscheiden, ob die Versuchspflanzen durch die Bestrahlung gelitten haben, verfuhr man auf verschiedene Weise. Die gewöhnlichste Methode bestand in der Kontrolle mit bloßem Auge. Stärkere Schädigungen machen sich so durch Welken, Braunfärben eventuell Absterben kleiner Teile bis ganzer Organe bemerkbar. Diese leicht sichtbaren Veränderungen treten aber oft erst lange (Stunden, Tage) nach der Bestrahlung auf. Ferner gibt es genug Schädigungen, die makroskopisch überhaupt nicht nachweisbar sind und mit der Zeit wieder ausgeglichen werden. Befriedigender ist daher die mikroskopische Prüfung. Die Autoren, welche sich ihrer bedienten, achteten besonders auf die Verlangsamung bzw. Sistierung der Plasmaströmung oder auf die vorausgehenden verschiedenartigen Desorganisationserscheinungen (Vakuolenbildung usw.). Uns interessierten speziell die osmotischen Eigenschaften; ferner sollten die verschiedensten Zellen in gleicher Weise untersucht

1) A. URSPRUNG, Über die Stärkebildung im Spektrum. Diese Berichte 1917, p. 44.

2) A. J. KLUYVER, Beobachtungen über die Einwirkung von ultravioletten Strahlen auf höhere Pflanzen. Sitzungsber. d. Wien. Akad., Bd. 120, Abt. I, p. 1137 (1911).

werden können. Aus diesem Grunde bedienten wir uns der Plasmolyse mit Rohrzucker und der nachfolgenden Deplasmolyse mit Wasser. Dieses Verfahren wurde bisher nicht angewendet; es finden sich nur einige vereinzelte Angaben über Behandlung der bestrahlten Zellen mit Salpeterlösung, die Prüfung auf Deplasmolyse blieb aber stets aus. Als Lichtquelle diente eine kleine Quecksilberquarzlampe (2 Amp., 37 Volt) mit einem 5½ cm langen und etwa 1 cm weiten Leuchtrohr. Die Distanz zwischen Lampe und Objekt betrug stets 20 cm. Algen, Pilze und Schnitte wurden unter reinem Wasser exponiert, das für die in Betracht fallenden Strahlen bekanntlich durchlässig ist; die übrigen Untersuchungsobjekte befanden sich in Luft. Die Resultate sind in Tabellenform zusammengestellt und enthalten neben dem Namen der Versuchspflanze die Dauer der Bestrahlung, die Anzahl der deplasmolysierten Zellen in Prozenten, die Konzentration des Plasmolytikums und die Dicke des Objektes. Die Konzentration wurde so gewählt, daß nicht zu starke, aber doch stets deutliche Plasmolyse vorlag.

Bei einer ersten Serie von Versuchen (Nr. 1—7) teilten wir die Objekte in drei Gruppen. Die erste Gruppe wurde direkt, die zweite unter Zwischenschaltung einer Quarzplatte, die dritte unter Zwischenschaltung eines Glasplättchens von 0,7 mm Dicke bestrahlt.

Nr.	Pflanze	Dauer der Bestrahlung	Anzahl der deplasmolysierten Zellen in %			Plasmolytikum Mol. Rohrzucker
			ohne Filter	hinter Quarz	hinter Glas	
1.	*Synedra*	15 Sek.	100	100	100	0,80
			Deplasmolyse etwas langsamer als normal			
		30 Sek.	100	100	100	"
			Deplasmolyse bedeutend langsamer als normal			
		1 Min.	0	0	100	"
		5 Min.	0	0	100	"
		10 Min.	0	0	100	"
2.	*Navicula* und *Pinnularia*					
		15 Sek.	100	100	100	"
		30 Sek.	100	100	100	"
			Deplasmolyse etwas langsamer als normal			

Nr.	Pflanze	Dauer der Bestrahlung	Anzahl der deplasmolysierten Zellen in %			Plasmolytikum Mol. Rohrzucker
			ohne Filter	hinter Quarz	hinter Glas	
3.	*Spirogyra*	1 Min.	100	100	100	0,50
		5 Min.	30	30	100	„
		6 Min.	30	30	100	„
		10 Min.	0	0	100	„
4.	*Mougeotia*	1 Min.	100	*100	100	„
		5 Min.	80	80	100	„
		6 Min.	70	70	100	„
		10 Min.	40	40	100	„
5.	*Penicillium* Hyphen	30 Sek.	100	100	100	1,0
		1 Min.	50	50	100	„
		2 Min.	25	25	100	„
		5 Min.	5	5	100	„
6.	*Saccharomyces cerev.*	1 Min.	100	100	100	2,0
		5 Min.	70	70	100	„
		10 Min.	25	25	100	„
7.	*Hedera Helix*	10 Min.				
	ob. Epid.		100	100	100	0,58
	Palisad.		100	100	100	0,70
	Schwammp.		100	100	100	0,64
	unt. Epid.		100	100	100	0,58
	Schließz.		100	100	100	0,80
	Hedera Helix	20 Min.				
	ob. Epid.		100	100	100	0,58
	Palisad.		80	80	100	0,70
	Schwammp.		80	80	100	0,64
	unt. Epid.		100	100	100	0,58
	Schließz.		100	100	100	0,80

Das Verhalten hinter dem Glasplättchen, das auch bei viel längerer Bestrahlung dasselbe blieb, zeigt, daß die Schädigung durch Strahlen $< 290\ \mu\mu$ hervorgerufen wird, und daß die Erwärmung bedeutungslos ist. Aus dem identischen Resultat bei freier Bestrahlung und hinter Quarz folgt ferner, daß auch dem schwachen Plus an Erwärmung bei freier Bestrahlung kein Einfluß zukommt. Bei allen folgenden Versuchen unterblieb daher die Zwischenschaltung eines Filters. Um Wiederholungen zu vermeiden, sei bemerkt, daß überall, wo eine besondere Angabe fehlt, die Oberseite des Organs der Lampe zugekehrt war.

Nr.	Pflanze	Dauer der Bestrahlung	Anzahl der deplasmolysierten Zellen in %	Plasmolytikum Mol Rohrzucker	Dicke in mm
8.	*Ulothrix*	10 Min.	90	0,65	
		15 Min.	80	„	
		20 Min.	75	„	
		30 Min.	15	„	
9.	*Cladophora*	10 Min.	100	0,80	
		15 Min.	100	„	
		30 Min.	100	„	
		45 Min.	100	„	
		2½ Std.	5	„	
10.	*Fegatella*	30 Min.			
	ob. Epidermis . .		80	0,90	
	anschließendes grünes Parenchym . . .		90	1,20	
	Fegatella	1 Std.			
	ob. Epid.		50		
	anschließendes grünes Parenchym . . .		70		
	Atemhöhle:				
	chlorophyllhaltige Zellen direkt unter der Öffnung . . .		10		
	chlorophyllhaltige Zellen seitlich der Öffnung		70		
	Epid. über Atemhöhle		100		
11.	*Funaria*blatt	10 Min.	90	0,60	
		20 Min.	80		
		30 Min.	70		
		45 Min.	10		
12.	*Pteris*	30 Min.		1,40	0,1
	ob. Epid.		80		
	Mesoph.		60		
	unt. Epid.		30		
	Schließz.		40		
	Pteris	1 Std.			
	ob. Epid.		in 1,4 u. 1,8 Mol Rohrz. tritt keine Plasmolyse mehr ein		
	Mesoph.				
	unt. Epid.				
	Schließz.				
13.	*Abies alba*	1 Std.		1,60	0,3
	ob. Epid.		95—100		
	Palis.				
	Schwammp. . . .				
	unt. Epid.				
14.	*Elodea*blatt				
	Spreite	10 Min.	100, Randzellen depl. langsamer	0,50	0,1
	Nerv		100		
	Spreite	30 Min.	90—100, Randz. depl. oft nicht		
	Nerv				
	Spreite	45 Min.	50		
	Nerv		100		
	Spreite	1 Std.	30		
	Nerv		50		

Nr.	Pflanze	Dauer der Bestrahlung	Anzahl der deplasmolysierten Zellen in %		Plasmolytikum Mol Rohrzucker	Dicke in mm
15.	*Zea Mays*					
	junges Blatt:	1 Std.				0,12
	ob. Epid.		0		0,75	
	Mesoph.		0		1,20	
	unt. Epid.		10		0,75	
	älteres Blatt:	1 Std.				0,15
	ob. Epid.		10			
	Mesoph.		90			
	unt. Epid.		60			
16.	*Tradescantia*		Kutikula der Lampe			
	Flächenschnitt durch Blatt		zugekehrt	abgekehrt		
	unt. Epid.	10 Min.	80	50	0,5	
	„	20 Min.	15	5		
	„	30 Min.	0	0		
17.	*Agave*blatt					
	Obers. d. Lampe zugekehrt:	1 Std.				8,0
	ob. Epid.		90		0,7	
	ob. Assimil. gew.		80		„	
	unt. „		90		„	
	unt. Epid.		100		„	
	Unters. d. Lampe zugekehrt:	1 Std.				
	unt. Epid.		80			
	unt. Assimil. gew.		70			
	ob. „		90			
	ob. Epid.		100			
	Obers. d. Lampe zugekehrt:	2 Std.				
	ob. Epid.		80			
	ob. Assimil. gew.		70			
	Wassergewebe		95			
	unt. Assimil. gew.		70			
	unt. Epid.		90			
	Unters. d. Lampe zugekehrt:	2 Std.				
	unt. Epid.		60			
	unt. Assimil. gew.		50			
	Wassergewebe		95			
	ob. Assimil. gew.		80			
	ob. Epid.		90			
	Obers. d. Lampe zugekehrt:	6 Std.				
	ob. Epid.		30			
	ob. Assimil. gew.		60			
	Wassergewebe		50			
	unt. Assimil. gew.		30			
	unt. Epid.		40			

Nr.	Pflanze	Dauer der Bestrahlung	Anzahl der deplasmolysierten Zellen in %		Plasmolytikum Mol Rohrzucker	Dicke in mm
	Unters. d. Lampe zugekehrt:	6 Std.				
	unt. Epid.		20			
	unt. Assimil. gew. .		20			
	Wassergew. . . .		50			
	ob. Assimil. gew. .		50			
	ob. Epid.		60			
18	*Achyranthes* rotes B.	30 Min.				
	ob. Epid. (farblos) .		20		1,2	0,25
	Palis. (z. T. rot) .		30		1,8	
	Schwammp. (z. T. rot)		30		1,4	
	unt. Epid. (z. T. rot)		50		1,2	
	Schließz.		70		0,8	
	ob. Epid. . . .	50 Min.	0			
	Palis.		0			
	Schwammp. . .		10			
	unt. Epid. . . .		30			
	Schließz. . . .		50			
			Wachsüberzug vorhanden	Wachsüberzug entfernt		
19.	*Brassica ol.* (Rotkraut)	1 Std.				0,6
	ob. Epid. . . .		90	30	0,8	
	Mesoph.		80	50	1,2	
	unt. Epid. . . .		100	90	0,8	
20.	*Vicia Faba* Blatt	30 Min.	grün	etioliert		
	ob. Epid.		50	10	0,85	0,3 etiol.
	Schließz.		100	90	0,85	0,4 grün
	Palis.		80	40	1,60	
	Schwammp.		100	70	0,90	
	unt. Epid.		90	90	0,85	
	Schließz.		100	100	0,85	
	ob. Epid.	1 Std.	10	10		
	Schließz.		60	50		
	Palis.		70	10		
	Schwammp. . . .		60	30		
	unt. Epid.		60	50		
	Schließz.		100	90		
21.	*Phaseolus vulg.* Fiederblatt	30 Min.				
	ob. Epid.		0		0,70	0,2
	Schließz.		50		0,80	
	Palis.		0		1,40	
	Schwammp. . . .		10		1,20	
	unt. Epid.		70		0,70	
	Schließz.		20		0,70	
	ob. Epid.	1 Std.	0			
	Schließz.		0			
	Palis.		0			
	Schwammp. . . .		0			
	unt. Epid.		10			
	Schließz.		0			

Nr.	Pflanze	Dauer der Bestrahlung	Anzahl der deplasmolysierten Zellen in %		Plasmolytikum Mol Rohrzucker	Dicke in mm
22.	*Pelargonium*					
	Blatt mit weißem Rand		grün	weiß		0,35
	ob. Epid.	30 Min.	0	0	0,80	
	Palis.		5	20	1,20	
	Schwammp. . . .		0	20	0,95	
	unt. Epid.		0	30	0,80	
	Schließz.		20	80	0,95	
	ob. Epid.	45 Min.	0	10		
	Palis.		0	0		
	Schwammp. . . .		0	0		
	unt. Epid.		10	20		
	Schließz.		10	70		
23.	*Impatiens Sultani*		Kutikula der Lampe			
	Flächenschnitt durch Blatt		zugekehrt	abgekehrt		
	ob. Epid.	10 Min.	100	60		
	" "	20 Min.	90	40		
	" "	30 Min.	0	0		
	intaktes Blatt:	30 Min.				
	ob. Epid.		10		0,55	0,3
	Palis.		30		1,80	
	Schwamp.		30		1,20	
	unt. Epid.		40		0,50	
	Schließz.		50		1,00	
24.	*Hedera Helix*		Kutikula der Lampe			
	Flächenschnitt durch älteres Blatt		zugekehrt	abgekehrt		
	ob. Epid.	10 Min.	100	100		
	" "	20 Min.	90	50		
	" "	30 Min.	60	10		
	junges Blatt:					
	ob. Epid.	10 Min.	100			0,15
	Palis.		100			
	Schwammp. . . .		100			
	unt. Epid.		100			
	Schließz.		100			
	ob. Epid.	20 Min.	80			
	Palis.		95			
	Schwammp. . . .		100			
	unt. Epid.		100			
	Schließz.		100			
	ob. Epid.	30 Min.	70			
	Palis.		80			
	Schwammp. . . .		100			
	unt Epid.		100			
	Schließz.		100			
	ob. Epid.	1 Std.	0			
	Palis.		5			
	Schwammp. . . .		5			
	unt. Epid.		20			
	Schließz.		10			
	älteres Blatt:					
	ob. Epid.	20 Min.	80		0,58	0,25
	Palis.		95		0,70	
	Schwammp. . . .		100		0,64	
	unt. Epid.		100		0,58	
	Schließz.		100		0,80	

Nr.	Pflanze	Dauer der Bestrahlung	Anzahl der deplasmolysierten Zellen in %	Plasmolytikum Mol Rohrzucker	Dicke in mm
25.	*Coleus*				
	Blatt rotbraun mit grünem Rand				
	ob. Epid. (gefärbt)	30 Min.	0	0,90	0,85
	konische Haare . .		0	0,90	
	Palis.		80	1,60	
	Schwammp. . . .		80	1,60	
	unt. Epid. (farblos)		40	0,90	
	Schließz.		90	0,90	
	konische Haare . .		0	1,20	
	ob. Epid. (gefärbt)	45 Min.	0		
	konische Haare . .		0		
	Palis.		10		
	Schwammp. . . .		10		
	unt. Epid. (farblos)		0		
	Schließz.		0		
	kon. Haare . . .		0		
26.	*Hedera Helix*		Epid. der Lichtquelle: zugekehrt / abgekehrt		
	Wurzelspitze halbiert				
	Rinde	10 Min.	100		
	äußere Rindenschichten . . .	20 Min.	0 / 100		
	innere Rindenschichten . . .	20 Min.	70 / 80		
	äußere Rindenschichten . . .	30 Min.	0 / 10		
	innere Rindenschichten . . .	30 Min.	20 / 0		
27.	*Hyacinthus or.*				
	Gelbes Blumenblatt:	1 Std.			
	ob. Epid.		10	0,85	0,3
	Mesoph. oberes		60		
	Mesoph. unteres		70		
	unt. Epid.		70		
	Rotes Blumenblatt	1 Std.			
	ob. Epid.		80	0,85	0,4
	ob. Mesoph. (gefärbt)		40		
	mittl. Mesoph. (farblos) . . .		10		
	unt. Mesoph. (gefärbt) . . .		50		
	unt. Epid.		90		

Nr.	Pflanze	Dauer der Bestrahlung	Anzahl der deplasmolysierten Zellen in %	Plasmolytikum Mol Rohrzucker	Dicke in mm
28.	*Narcissus*				
	Weißes Blumenblatt:				
	ob. Epid.	1 Std.	80	0,80	0,15
	unt. Epid.		100		
	ob. Epid.	1½ Std.	0		
	unt. Epid.		80		
29.	*Dianthus Caryoph.*				
	Rotes Blumenblatt:				
	ob. Epid. (gefärbt) .	1 Std.	40	0,80	0,25
	Mesoph. (farblos) .		40		
	unt. Epid. (gefärbt) .		50		
	ob. Epid.	1½ Std.	10		
	Mesoph.		30		
	unt. Epid.		30		
	Weißes Blumenblatt:				
	ob. Epid.	1 Std.	20	0,80	0,3
	Mesoph.		30		
	unt. Epid.		50		
	ob. Epid.	1½ Std.	10		
	Mesoph.		10		
	unt. Epid.		20		
	Weißes Blumenblatt mit roten Streifen:	1¼ Std.	weiß rot		
	ob. Epid. (farblos bzw. rot) . . .		50 80	0,80	
	Mesoph. (farblos) .		50 80		
	unt. Epid. (farblos bzw. rot) . . .		70 100		
30.	*Anemone cor.*				
	Rotes Blumenblatt:	1½ Std.		0,90	0,2
	ob. Epid.		0		
	unt. Epid.		10		
	Blaues Blumenblatt:	1 Std.			
	ob. Epid.		0	0,90	0,15
	unt. Epid.		0		

Nr.	Pflanze	Dauer der Bestrahlung	Anzahl der deplasmolysierten Zellen in %		Plasmolytikum Mol Rohrzucker	Dicke in mm
			Oberseite der Lampe			
			zugekehrt	abgekehrt		
31.	*Viola tric. max.*					
	Weißes Blumenblatt:	30 Min.				
	ob. Epid.		100	100	0,85	0,15
	Mesoph.		100	100		
	unt. Epid.		100	100		
	Weißes Blumenblatt:					
	ob. Epid.	1 Std.	90	100		
	Mesoph.		90	90		
	unt. Epid.		100	90		
	ob. Epid.	1½ Std.	10	40		
	Mesoph.		40	40		
	unt. Epid.		50	10		
	Violettes Blumenblatt:	10 Min.				0,2
	ob. Epid. (gefärbt) .		100	100		
	Mesoph. (farblos) .		100	100		
	unt. Epid. (gefärbt)		100	100		
	ob. Epid.	30 Min.	90	100		
	Mesoph.		100	40		
	unt. Epid.		100	20		
	ob. Epid.	45 Min.	80	100		
	Mesoph.		80	20		
	unt. Epid.		90	10		
	ob. Epid	1¼ Std.	5	5		
	Mesoph.		5	5		
	unt. Epid.		5	0		
	Gelbes Blumenblatt:					0,2
	ob. Epid.	20 Min.	100	100		
	Mesoph.		100	100		
	unt. Epid.		100	100		
	ob. Epid.	30 Min.	70	70		
	Mesoph.		90	70		
	unt. Epid.		90	10		
	ob. Epid.	1 Std.	0	0		
	Mesoph.		0	0		
	unt. Epid.		0	0		
	Gelbes Blumenblatt mit blauen Streifen:	1¼ Std.				
	Obers. gegen Lampe		gelb	blau		
	ob. Epid.		10	10		
	Mesoph.		10	20		
	unt. Epid.		30	20		

Nr.	Pflanze	Dauer der Bestrahlung	Anzahl der deplasmolysierten Zellen in %		Plasmolytikum Mol Rohrzucker	Dicke in mm
32.	*Chrysanthemum*					
	Gelbes Blumenblatt:					
	ob. Epid.	1 Std.	90		0,85	0,2
	Mesoph.		100			
	unt. Epid.		100			
	ob. Epid.	1½ Std.	0			
	Mesoph.		60			
	unt. Epid.		80			
	Weißes Blumenblatt:					
	ob. Epid.	1 Std.	40			0,15
	unt. Epid.		50			
	ob. Epid.	1½ Std.	0			
	unt. Epid.		30			
33.	*Tulipa Gesn.*					
	Fruchtknoten:	1 Std.			0,85	
	Epid.		0			
	äußere 2 Schichten		60			
	innere Schichten .		100			
	Bestrahlung mit Bogenlampe.					
34.	*Tradescantia*		Kutikula der Lampe			
	Flächenschnitt durch Blatt:		zugekehrt	abgekehrt		
	unt. Epid.	20 Min.	100	100		
	„ „	1 Std.	100	100		
35.	*Impatiens Sultani*					
	Blatt:	9½ Std.				0,25
	ob. Epid.		0			
	Palis.		2			
	Schwammp. . . .		2			
	unt. Epid.		10			
	Schließz.		15			

Vergleichen wir zunächst miteinander die Zellen, welche direkt, d. h. ohne Überlagerung eines ein- oder mehrschichtigen Gewebes bestrahlt wurden. Hierher gehören die Einzelligen, die Zellreihen, die Zellflächen und unter den Zellkörpern die Epidermen.

Von den untersuchten Algen (Nr. 1, 2, 3, 4, 8, 9) waren die Diatomeen am empfindlichsten; Deplasmolyse fehlte hier schon nach 1. Minute, während sie bei *Cladophora* selbst nach 2½ Stunden noch vereinzelt vorhanden war. Damit deckt sich die Derbheit der *Cladophora*-Wand; doch sind die Differenzen so groß, daß die Wandbeschaffenheit wohl kaum zur Erklärung ausreichen dürfte; denn über

Einlagerungen, welche das Ultraviolett besonders stark absorbieren könnten, scheint nichts bekannt zu sein. Bemerkenswert ist die große Empfindlichkeit der Diatomeen wegen der starken Verkieselung ihrer Wände. Die Vermutung liegt nahe, es könnte die Permeabilität der Wand für Ultraviolett entweder dem Quarz oder dem Glas genähert worden sein. Da schon dünne Deckgläschen das schädliche Ultraviolett absorbieren können, hätte im zweiten Falle der Kieselpanzer einen gewissen — infolge der geringen Wanddicke allerdings nicht sehr starken — Schutz gewähren müssen. Die Wand scheint aber gerade umgekehrt äußerst durchlässig zu sein, also Eigenschaften zu besitzen, wie sie für den Quarz charakteristisch sind.

Die beiden chlorophyllfreien niederen Organismen (Nr. 5 und 6), die zum Vergleich herangezogen wurden, zeigen, daß es unter Algen und Pilzen Formen mit geringerer und größerer Widerstandsfähigkeit gibt. Wenn unter unserem Untersuchungsmaterial die Diatomeen die größte Empfindlichkeit zeigen, so läßt sich das nicht generalisieren. SCHULZE[1]) beobachtete bei *Chlamydomonas* schon nach 3 Sekunden Aufhören der Bewegung und Abwerfen der Cilien; ja bei *B. coli* tritt nach CERNOVODEANU und HENRI[2]) der Tod sogar in weniger als einer Sekunde ein. Dabei ist aber nicht zu vergessen, daß die Strahlungsquellen verschiedener Autoren qualitativ und quantitativ oft ganz verschieden waren. Die einen operierten mit einem Gemisch sichtbarer und unsichtbarer Wellenlängen, wie es z. B. die Quecksilberlampe liefert, andere verwendeten nur Ultraviolett oder nur Teile desselben, wie z. B. die Wellenlänge 280 $\mu\mu$[3]) oder die ganz kurzwelligen SCHUMANN-Strahlen.[4]) Verschiedene Wellenlängen üben aber bei derselben Intensität ganz abweichende Wirkungen aus und die Schädigung ein und derselben Wellenlänge hängt in hohem Maße von der Stärke der Strahlung ab. Wenn daher die Resultate zweier Versuche vergleichbar sein sollen, so muß die Qualität und Intensität der Strahlung in beiden Fällen übereinstimmen. In welchem Grade dies der Fall war, läßt sich aber wegen des Fehlens von Inten-

---

1) J. SCHULZE, „Über die Einwirkung der Lichtstrahlen von 280 $\mu\mu$ Wellenlänge auf Pflanzenzellen. Beih. z. Bot. Centralbl. **25**, Abt. I, p. 52 (1910).

2) CERNOVODEANU ET HENRI, Etude de l'action des rayons ultraviolets sur les microbes Compt. rend. T. 150, p. 52 (1910).

3) SCHULZE l. c. u. HERTEL, Über Beeinflussung des Organismus durch Licht, speziell durch die chemisch wirksamen Strahlen. Ztschr. f. allg. Phys. **4**, p. 1 (1904).

4) W. T. BOVIE, The Action of SCHUMANN Rays on Living Organisms. Bot. Gaz. **61**, p. 1 (1916); ferner Bot. Gaz **59**, p. 149 (1915).

sitätsmessungen nicht entscheiden. Je kleiner die Dimensionen sind, um so leichter läßt sich eine Zelle ceteris paribus durchstrahlen; das läßt a priori bei den Bakterien eine besonders große Empfindlichkeit erwarten.

Äußerst mannigfaltig ist das Verhalten der oberen Epidermis bei Laub- und Blumenblättern. Wegen der dickeren und kutinisierten Außenwand vermutet man hier von vornherein eine größere Widerstandsfähigkeit als bei den genannten Algen und Pilzen. Dies trifft auch vielfach zu (z. B. *Abies* Nr. 13, *Agave* Nr. 17); aber es fanden sich doch Laubblätter (*Coleus* Nr. 25, *Pelargonium* Nr. 22, *Phaseolus* Nr. 21), deren obere Epidermis rascher geschädigt wurde als *Ulothrix*, und andererseits erwies sich *Cladophora* widerstandsfähiger als die Mehrzahl der geprüften Laubblattepidermen. Auch sonst stimmten die Erfahrungen wenig mit den Erwartungen überein. Man vergleiche z. B. die große Widerstandsfähigkeit des *Elodea*-Blattes (Nr. 14) im Gegensatz zu Luftblättern wie *Phaseolus* (Nr. 21), *Impatiens* (Nr. 23) und selbst *Hedera* (Nr. 24). Nicht minder auffällig verhielten sich die Blumenblattepidermen. Nach den Angaben von MAQUENNE und DEMOUSSY[1]) und STOKLASA[2]) erwarteten wir hier eine relativ rasche Schädigung, fanden aber im allgemeinen das Gegenteil (vgl. besonders *Narcissus* Nr. 28, *Viola* weiß Nr. 31, *Chrysanthenum* gelb Nr. 32).

Auf die schützende Wirkung der Epidermisaußenwand, speziell der Kutikula, konnte man schon aus den Photographien KÖHLERs[3]) schließen, und seitdem ist mehrfach darauf hingewiesen worden. Wir prüften sie dadurch, daß wir die Epidermis (d. h. Flächenschnitte, die unter der Epidermis vielfach noch Mesophyllreste enthielten) bald von der Außen-, bald von der Innenseite bestrahlten. Versuche mit *Tradescantia* (Nr. 16), *Impatiens* (Nr. 23) und *Hedera* (Nr. 24) ergaben übereinstimmend einen stärkeren Schutz durch die Außenwand. Ganze Blätter, die bald von der Ober-, bald von der Unterseite bestrahlt wurden, litten im ersten Falle weniger Schaden (vgl. *Agave* Nr. 17), was offenbar mit Differenzen in der Epidermisaußenwand zusammenhängt. Die Bedeutung eines dünnen Wachs-

1) MAQUENNE ET DEMOUSSY, Influence des rayons ultraviolets sur la végétation des plantes vertes, Compt. rend. **149**, p. 756 (1909).

2) J. STOKLASA etc., Über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die Vegetation. Centralbl. f. Bakt. Abt. 2, **31**, p. 477 (1912).

3) A. KÖHLER, Mikrophotographische Untersuchungen mit ultraviolettem Licht. Zschr. f. wiss. Mikr. **21** (1904).

überzuges ergibt sich aus dem Verhalten des *Brassica*-Blattes (Nr. 19), von dessen einer Hälfte der Reif abgewischt war. Der Unterschied beträgt für die obere Epidermis fast 70 %, ist also auffallend groß. Recht hübsch läßt sich endlich der Epidermisschutz bei *Fegatella* (Nr. 10) demonstrieren. Von den chlorophyllführenden Zellen der Atemhöhle sind die direkt unter der Öffnung gelegenen nur zu 10 % deplasmolysiert, während in der Nachbarschaft der Prozentsatz auf 70 steigt, sobald das schützende Dach der Epidermis beginnt Deutlich ist hier auch der Einfluß des Einfallswinkels sichtbar, indem die Epidermiszellen auf der ebenen, senkrecht bestrahlten Thalluspartie zu 50 % deplasmolysieren, über der konisch ansteigenden Atemhöhle aber zu 100 %.

Besondere Erwähnung verdienen noch die bedeutenden Differenzen in der Widerstandsfähigkeit der unteren und oberen Epidermis beim violetten Blumenblatt von *Viola* (Nr. 31). Aus der inneren Struktur der Außenwände ist die Ursache für ein so verschiedenes Verhalten nicht ersichtlich; dagegen sind die oberen Epidermiszellen zu hohen kegelförmigen Papillen ausgezogen, die unteren aber nur wenig vorgewölbt. Es treffen daher die senkrecht auf die Blattfläche fallenden Strahlen die Wände auf der Oberseite unter einem viel größeren Einfallswinkel. Nun wächst bekanntlich die Menge des reflektierten Lichtes im Verhältnis zu dem in die Zelle hineingebrochenen mit dem Einfallswinkel, und man könnte daher versucht sein, die geringere Schädigung mit dem größeren Verlust durch Reflexion in Zusammenhang zu bringen. Indessen ist dieser Verlust nur ein scheinbarer, da die Strahlen nicht ins Freie, sondern auf benachbarte Papillen geworfen werden. Eine Eigentümlichkeit mancher Blumenblätter, zu denen auch *Viola* gehört, sind die vielfachen Reflexionen im Innern des Blattes an luftführenden Interzellularen oder an Inhaltskörpern. Der Lichtstrahl wird dadurch gezwungen, in der Farbstoff führenden Epidermis einen längeren Weg zurückzulegen, was für das Zustandekommen der Blütenfärbung von Bedeutung ist. Wenn nun die Strahlen in der unteren Epidermis wesentlich längere Wege zurücklegen würden, so wäre damit eine stärkere Absorption und somit auch eine stärkere Schädigung verständlich; doch ist aus der Konstruktion des Strahlenganges ein solcher Parallelismus nicht ersichtlich. Das Fehlen des Empfindlichkeitsunterschiedes bei der weißen *Viola* legt, da die anatomische Beschaffenheit dieselbe ist, einen Einfluß des Farbstoffs nahe; wir werden auf diesen Punkt später zurückkommen.

Die Schutzwirkung übergelagerter Ge-

webeschichten ist bei den verschiedensten Organen deutlich zu erkennen. Man vergleiche die regelmäßige Abnahme der Schädigung mit der Entfernung von der bestrahlten Seite bei *Achyranthes* (Nr. 18), *Impatiens* (Nr. 23, 35) und *Viola* (Nr. 31). Häufig genug kommen allerdings auch Unregelmäßigkeiten vor, deren Deutung weiterer Untersuchung bedarf.

Über die Tiefe bis zu welcher das Ultraviolett die Gewebe schädigt, lauten die Antworten sehr verschieden. Das ist, abgesehen von dem abweichenden Versuchsmaterial, bedingt 1. durch Verschiedenheiten in der Qualität, Quantität und Einwirkungsdauer der benutzten Strahlen, und 2. durch die Wahl der Untersuchungsmethode. Eine Strahlungsmenge, die nur vorübergehende Schädigung bewirkt, kann bei oberflächlicher Prüfung leicht bedeutungslos scheinen, obschon sie es in Wirklichkeit durchaus nicht ist. Jedenfalls haben wir mit unserer Methode, die doch auch noch ziemlich roh ist, ein tieferes Eindringen und eine wesentlich raschere Einwirkung gefunden, als andere Autoren, die mit vergleichbaren Objekten und stärkeren Lampen experimentierten.

Dünne Organe, denen stärker absorbierende Wandschichten fehlen, müssen cet. par. besonders empfindlich sein. Damit dürfte die geringe Widerstandsfähigkeit von *Pteris* (Nr. 12) zusammenhängen; fand doch DANGEARD[1]) bei *Pteris serrulata* eine Durchlässigkeit bis zu 253 $\mu\mu$.

Das Vorhergehende macht es wahrscheinlich, daß junge Zellen und Organe im allgemeinen empfindlicher sein werden, als alte. Damit stimmen auch die Erfahrungen von SCHULZE an Staubfadenhaaren von *Tradescantia* überein. Wir selbst fanden deutliche Differenzen beim Maisblatt (Nr. 15), obschon die Altersunterschiede nicht groß waren. CARL[2]) prüfte das Auskeimen und das erste Wachstum von Weizen und konstatierte eine Schädigung gleich von Anfang an. In den Versuchen von RAYBAUD[3]) keimte *Lepidium* aus, starb aber ab, als in den Blättchen Chlorophyll gebildet worden war.

---

1) DANGEARD, Recherches sur la pénétration des rayons violets et ultra-violets au travers des divers organes de la plante. Bull. Soc. de France 1914. Ref. in Bot. Centralbl. **132**, p. 321 (1916); vgl. auch Compt. Rend. **158**, p. 369 (1914).

2) W. CARL, Über den Einfluß des Quecksilberdampflichtes auf die Keimung und das erste Wachstum von Pflanzen. Beitr. z. Biol. d. Pfl. **12**, p. 435 (1914).

3) L. RAYBAUD, Influence des radiations ultraviolettes sur la plantule. Rev. gén. de Bot. **25**, p. 38 (1913).

Wir kommen zur Frage nach der Bedeutung des Anthokyans. Bei *Viola* (Nr. 31) sind die gefärbten Blätter empfindlicher als die weißen; bei *Dianthus* (Nr. 29) trifft das Gegenteil zu. In den farblosen und bunten Epidermen waren bei *Viola* unter dem Mikroskop keine anatomischen Differenzen nachweisbar, die Epidermen stammten aber immerhin von verschiedenen Blüten. Dagegen lagen bei *Dianthus* (Nr. 29) die roten und weißen Partien dicht nebeneinander in demselben Blumenblatt und waren daher noch besser vergleichbar. In den roten Laubblättern von *Achyranthes* endlich ließen sich Empfindlichkeitsunterschiede benachbarter farbloser und roter Zellen überhaupt nicht erkennen. Es war somit in dieser Hinsicht kein eindeutiges Resultat zu erhalten. Vielfach erleichtert der Anthokyangehalt das Auffinden von Permeabilitätsänderungen. Bei *Achyranthes* trat z. B. nach halbstündiger Bestrahlung der Farbstoff aus Palisaden und Schwammparenchym aus, sobald die plasmolysierten Zellen in Wasser kamen; in der geschützteren unteren Epidermis blieb er dagegen erhalten. In ähnlicher Weise erfolgte bei *Coleus* der Austritt aus der Epidermis, nicht aber aus den aufsitzenden Haaren, die nur schief bestrahlt wurden.

Um über einen eventuellen Einfluß des Chlorophylls Aufschluß zu erhalten, verglichen wir das Verhalten chlorophyllhaltiger und -freier Zellen unter möglichst gleichen sonstigen Bedingungen. Eine Durchsicht unserer Tabellen zeigt, daß bei fast allen Blättern die Schließzellen widerstandsfähiger sind als die chlorophyllfreien Zellen derselben Epidermis; da jedoch die Unterschiede sich nicht nur auf den Chlorophyllgehalt beziehen, so ist bei den Schlußfolgerungen Vorsicht geboten. Das ergibt sich besonders deutlich beim etiolierten *Vicia*-Blatt (Nr. 20) und beim weißen Rand der *Pelargonium*-Spreite (Nr. 22). Die Differenz zugunsten der Schließzellen ist hier nicht minder deutlich, obschon ihnen Chlorophyll fehlt. Vergleichen wir ferner dieselben Gewebe bei gleich alten, normalen und etiolierten *Vicia*-Blättern, so erweisen sich die Zellen des grünen Blattes wiederum als widerstandsfähiger; aber auch hier ist das Resultat mehrdeutig. Es steht daher nicht im Widerspruch zu diesen Erfahrungen, daß bei der *Pelargonium*-Spreite gerade umgekehrt die weißen Partien widerstandsfähiger waren.

Das führt uns nun zu dem bekannten HERTELschen Erklärungsversuch. Er stützt sich auf die zuerst von HERTEL, später auch von SCHULZE gemachte Wahrnehmung, daß bei *Elodea* und *Vallisneria* die Schädigung chlorophyllhaltiger Zellen geringer ist, wenn neben den ultravioletten auch noch sichtbare Strahlen einwirken. Diese

Beobachtung wird in der Weise gedeutet, daß die Ultraviolettschädigung auf einem Sauerstoffentzug beruhen soll, dem durch die Sauerstoffbildung bei der Assimilation entgegengearbeitet würde. Da unsere Quecksilberlampe neben ultravioletten auch sichtbare Strahlen enthält, so hätten nach HERTEL cet. par. die grünen Zellen widerstandsfähiger sein müssen, was durchaus nicht immer der Fall war. Wir experimentierten auch in der Weise, daß wir *Elodea*-Blätter das eine Mal nur mit der Quecksilberlampe, das andere Mal gleichzeitig noch mit einer Liliputbogenlampe mit Glaskondensor und Kühlgefäß bestrahlten. Eine wesentliche Differenz war jedoch — auch bei vorausgehender Verdunkelung — trotz öfterer Wiederholung nicht erkennbar. Nach der HERTELschen Auffassung war ferner in einer Wasserstoffatmosphäre eine stärkere Schädigung zu erwarten als in gewöhnlicher Luft; nach SCHULZE ist aber kein Unterschied vorhanden. Sehr nahe würde es auch liegen, die große Empfindlichkeit der chlorophyllarmen Randzellen des *Elodea*-Blattes in diesem Sinne zu deuten, doch steht dem die große Widerstandsfähigkeit der ebenfalls chlorophyllarmen Nervzellen entgegen (Nr. 14).

In manchen Fällen mag die HERTELsche Hypothese sehr plausibel erscheinen; häufig wird man auch in der Schutzwirkung von Membranen und Gewebeschichten oder in anderen morphologischen und anatomischen Besonderheiten eine Lösung finden. Daneben liegen aber doch zahlreiche Beobachtungen vor, die sich auf solche Weise nicht erklären lassen nnd die Annahme einer verschiedenen Widerstandsfähigkeit des Plasmas nötig machen.

Beachtung verdient endlich auch noch das Verhalten der in den Chlorophyllkörnern vorhandenen Stärke. Außerhalb der Pflanze ließ man schon mehrfach ultraviolette Strahlen auf Stärke einwirken. Nach MASSOL, BIELECKI und WURMSER[1]) verliert verdünnte Stärkelösung die Fähigkeit, sich mit Jod zu bläuen und reduziert FEHLINGsche Lösung. KLUYVER[2]) fand nach achtstündiger Bestrahlung von trockener Mais- und Kartoffelstärke zwar noch Bläuung mit Jodwasser, zugleich aber auch Reduktion FEHLINGscher Lösung. Da in der Pflanze die Lösung unter normalen Verhältnissen durch Diastase geschieht, ist es wichtig, zu wissen, daß Diastase durch Wellenlängen unter 300 $\mu\mu$ in kurzer Zeit stark geschädigt wird[3]). Hiernach ist nun bei 1—2 stündiger Bestrahlung unter unseren Ver-

1) MASSOL, Compt. rend. 1912, I. p. 1645. — BIELECKI ET WURMSER, Compt. rend. 1912, I. p. 1429.

2) KLUGVER l. c.

3) HERTEL l. c., AGULHON, Compt. rend. 1911, I. p. 398 und andere Autoren.

suchsbedingungen ein Verschwinden der Chloroplastenstärke kaum zu erwarten, wohl aber eine Schädigung der Diastase. Wir experimentierten mit stärkehaltigen *Phaseolus*-Blättern, die zum Teil mit einem Deckgläschen bedeckt, in 10 cm Distanz bestrahlt wurden. Nach 2 Stunden war die Stärke unter dem Deckglas vollständig verschwunden, in der übrigen Spreite aber in anscheinend unveränderter Menge erhalten. Die Grenzlinie war ganz scharf und folgte genau dem Rande des Deckglases. Offenbar war die Diastase unter dem Deckglas, d. h. bei Ausschluß der schädlichen Wellenlängen, unbeschädigt geblieben, ihre Wirkung infolge der Temperaturerhöhung wohl noch gesteigert worden, während sie außerhalb des Deckglases ganz oder doch zum größten Teile zerstört worden war. Dazu kommt, daß auch unter dem Deckglas keine Stärke neu gebildet wurde, in erster Linie wohl infolge des Welkens und der relativ hohen Temperatur.

Von anderen Strahlungsquellen, die bedeutendere Mengen Ultraviolett liefern, haben wir zu Vergleichszwecken eine Wechselstrombogenlampe mit gewöhnlichen Kohlen (21 Amp., 28 Volt) herbeigezogen. Die Glasglocke war natürlich entfernt. Zunächst wurden Flächenschnitte durch *Tradescantia*-Blätter in 20 cm Entfernung exponiert, unter Zwischenschaltung einer kühlenden Wasserschicht zwischen planparallelen Quarzwänden. Selbst nach einer Stunde (Nr. 34) trat noch überall Deplasmolyse ein, während vor der Quecksilberlampe die Schädigung schon nach 10 Minuten deutlich gewesen war. Ferner stellten wir einen *Impatiens*-Sproß in 45 cm Entfernung ohne Zwischenschaltung eines Filters auf. Nach 9½ Stunden erwiesen sich die senkrecht bestrahlten Blätter stark beschädigt (Nr. 35) und starben später ab. Auch hier ist die Wirkung dem Ultraviolett zuzuschreiben, denn ein neben dem Sproß befindliches Thermometer stieg nicht über 25°, und die schädigende Wirkung unterbleibt bekanntlich hinter einer Glasscheibe. Die bedeutend stärkere Schädigung durch die Quecksilberlampe beruht natürlich auf ihrem größeren Reichtum an wirksamem Ultraviolett.

38. C. Wehmer: Leuchtgaswirkung auf Pflanzen.

3. Wirkung des Gases auf Wurzeln und beblätterte Zweige beim Durchgang durch Erde oder Wasser.[1])

(Eingegangen am 27. April 1917.)

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

Trotz der wiederholten üblen Erfahrungen in der Praxis ist die Einwirkung von Leuchtgas auf Pflanzenwurzeln bislang nie näher verfolgt, KNY sowie SPÄTH und MEYER fanden nach Abschluß ihrer früheren, für die Beurteilung der Gaswirkung grundlegenden Versuche die Wurzeln der Versuchspflanzen schon gutenteils tot. Für richtige Beurteilung von Gasschäden ist natürlich wichtig zu wissen, wie diese Wirkung auf Wurzeln zustande kommt, nicht minder wie darauf die oberirdischen Organe reagieren. Erde wie Wasser halten von dem durchgehenden Gase bekanntlich einen gewissen kleinen Teil zurück, sie nehmen deutlichen Gasgeruch an.

Versuche habe ich teils mit jungen einjährigen Pflanzen in Topferde und Wasserkultur, teils — um hier vorweg die Wurzel auszuschalten[2]) — mit ausgewachsenen beblätterten Zweigen verschiedener Holzarten gemacht, sie nahmen also das mit Gasbestandteilen beladene Wasser direkt auf. In allen Fällen wurde Leuchtgas in langsamem kontinuierlichen Strome tage- oder wochenlang zugeleitet, bei 2—3 Blasen pro Sekunde gingen täglich rund 150 bis 200 l ohne die Pflanzen zu berühren, hindurch. Ich darf mich hier auf Wiedergabe der Hauptpunkte beschränken.

1. Kresse. Wurzeln junger Kressekeimpflanzen sind im Gegensatz zu den Samen ebenso empfindlich gegen unverdünntes Leuchtgas wie ihre oberirdischen Teile. Wenige Tage nach Einstellen der auf feuchtem Fließpapier aus Samen gezogenen Pflänzchen in die Gasluft fällt der dichte Wurzelhaarbesatz zusammen, zieht man die Pflanzen von vornherein in gasreicher Atmosphäre heran, so bleiben die Wurzeln überhaupt kümmerlich. Wird endlich das Gas der jungen Kultur durch die Abflußöffnung des Blumentopfes zugeleitet, so beginnt alsbald Welken der ober-

---

1) Siehe diese Berichte 1917, **35**, Heft 2, p. 135—154, Heft 3, p. 318 ff.

2) Nach SORAUER soll die Schädigung oberirdischer Teile Folge des Erstickens der Wurzel sein (l. c.)

irdischen Teile, nach 2—3 Tagen liegen gewöhnlich alle Pflanzen am Boden (Abb. 1), auch wenn jetzt die Gaszuleitung abgestellt wird, vertrocknen sie, sind also tot. Die Wurzel ist hiernach schon einschneidend geschädigt, dazu genügt weniger als 1 cbm Gas.

Der Erfolg ist nicht immer so plötzlich, Gasmenge, Topfgröße, Alter der Pflanzen u. a. haben Einfluß, allem Anschein nach nicht minder Kleinigkeiten in der Gasbeschaffenheit, denn nicht nur nach seiner Wirkung auf Kresse zeigte mein Leuchtgas zu verschiedenen

Abb. 1. Junge Kressekultur, durch Einleiten von Leuchtgas in die Wurzelerde binnen 3 Tagen getötet (g = Gaszuleitungsschlauch, verkl.)

Zeiten abweichendes Verhalten, auch die Zusammensetzung schwankte, sein Schwefelwasserstoffgehalt z. B. stieg von anfangs Null im Frühjahr 1917 bis auf etwa 0,02 %. Ein merklich anderes Bild kam beim Einleiten des Gases von oben her in die Topferde etwas älterer Pflanzen heraus, sie hörten zwar im Wachstum auf und waren auch nach 10 bis 12 Tagen sämtlich verwelkt, das Welken, mit den grünen Keimblättern beginnend, verlief aber allmählich, nach den Keimblättern

ergriff es die jungen Laubblätter, und erst zum Schluß das bis dahin lebende saftige Hypokotyl (Abb. 2).

Aus den verschiedenen Beobachtungen ergibt sich, daß wir zwischen einer akuten Wirkung des flüchtigen Gases und einer langsameren, „chronischen", seiner wasserlöslichen Anteile unterscheiden können, letztere sind ja auch, wie ich schon in meiner früheren Mitteilung (l. c.) hervorhob, Bestandteile der sogenannten „Gaserde". Auf der Oberfläche von Kulturtöpfen, deren Pflanzen durch Gaseinleiten getötet waren, keimten neuausgesäte Samen nur träge, die Pflanzen kümmerten,

Abb. 2. Wirkung des in die Wurzelerde von oben her zugeleiteten Gases auf etwas ältere Kressepflanzen. 1 = gasgeschädigter Topf, nach 6 Tagen, (in Mitte das Gaszuleitungsrohr) 2 = gleichalte Vergleichskultur. Verkl. (Infolge ungenügender Auffüllung der Topferde stehen die Pflanzen zu tief.)

gingen auch gewöhnlich alsbald ein. Unter Wirkung der gleichen Bodengifte stand natürlich auch die zugrunde gegangene erste Vegetation.

Nicht anders wie Kresse verhielt sich ein Topf mit jungen Gräsern, nach zehntägigem Durchgange des Gases (etwa 3 cbm) waren sie verwelkt, besonders schnell reagierte aber die Bohne in Wasserkultur beim Durchleiten durch die Nährlösung.

2. Bohne (*Phaseolus multiflorus*). Die große starke Keimpflanze (etwa 40 cm hoch) war in weniger als einer Woche in allen Teilen tot und welk, Kontrollpflanze unverändert. Bereits zwei Tage

nach Beginn des Versuches verdorrten die untersten großen Blätter nebst Stengelspitze, in rascher Folge fielen dann mittlere und obere Blätter teils unverwelkt, grün oder gelblich verfärbt, ab (4—5 Tage), der Stengel verdorrte schnell fortschreitend, das starke Wurzelsystem war nach Aussehen zwar kaum verändert, bei Herausnahme aber schlaff, nicht mehr turgeszent. Im Kulturwasser zur Entwicklung gekommene einzellige grüne Algen waren gleichfalls tot, die

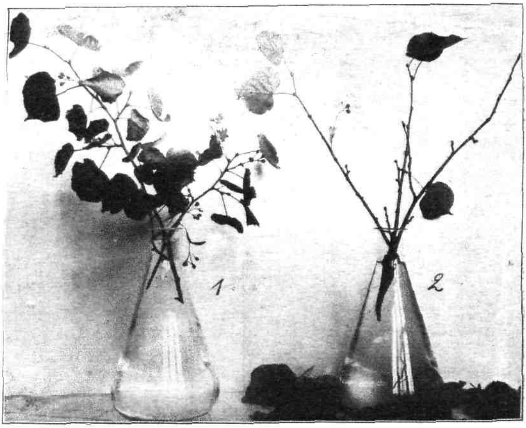


Abb. 3. Lindenzweige unter Wirkung des in das Kulturwasser geleiteten Leuchtgases (2), (das Gaseinleitungsrohr vorher entfernt); daneben der gleichalte Kontrollversuch mit gasfreiem Wasser (1).

Zellen zeigten deutliche Plasmolyse, in neue Nährlösung übertragen wuchsen sie auch nach Wochen nicht an und waren nach rund drei Monaten entfärbt und verfallen.

Sicherlich hört bei der Bohne unter Einfluß des schädlichen Wassers alsbald die Wurzeltätigkeit auf, dies Moment ist aber — abgesehen davon, daß es wohl zu einem einfachen Welken der Pflanze führen würde — nach Ausweis folgender Versuche keineswegs entscheidend.

3. Lindenzweige (Sommer- und Winterlinde, August). Die ausgewachsenen 1—2 jährigen beblätterten, mit Schnittfläche etwa 5 cm unter Wasser stehenden Triebe begannen nach rund 6 Tagen ihre unverfärbten grünen turgeszenten Blätter abzuwerfen, nach 7—8 Tagen lagen alle bis auf einzelne Spitzenblätter am Boden, die Zweige standen fast blattlos neben den unveränderten Zweigen der Kontrollversuche (Abb. 3 zeigt das Aussehen von zwei derartigen Versuchen). Gesamter Gasdurchgang etwa 1,5 cbm. Zweigachsen (Rinde) einschließlich Winterknospen ohne Veränderung, beide lebten noch nach 3 Wochen langem Gasdurchleiten. Zur weiteren Beobachtung zurückgestellt, wurden sie im Verlaufe des Winters nicht eher dürr, als auch die Kontrollzweige. Erfolg war also lediglich vorzeitiger Laubfall.

4. Zweige anderer Laubhölzer (*Sambucus, Ilex, Philadelphus, Ligustrum*, einjährige ausgewachsene Triebe) verhielten sich nicht wesentlich anders, ließen das Bild insofern aber minder klar hervortreten, als auch die Kontrollzweige ihre Blätter schon mehrfach abwarfen (Herbst). Auch nach dreiwöchentlichem kontinuierlichen Durchleiten von Gas (etwa 4 cbm) durch das Kulturwasser waren die blattlosen Zweige (mit Ausnahme von *Ilex*, grüne Rinde zur Hälfte braun) samt Winterknospen unverändert und lebend (Rinde unter dem Kork grün, saftig), erst nach fünf Wochen gutenteils dürr (Ausnahme *Jasmin*), während die Kontrollzweige noch alle lebten. Nach 7 Wochen waren beide fast sämtlich tot.

5. Zweige von Nadelhölzern (*Pinus austriaca, P. montana, Juniperus nana, Thuja occidentalis, Taxus baccata*, Zweigsysteme, 30—50 cm). Die *Taxus*-Zweige begannen in dem Gasversuch ihre Blätter nach 3 Wochen abzuwerfen, alle übrigen waren nach Aussehen unverändert auch noch nach 4—5 Wochen. Schließlich nach 7 Wochen Gasdurchgang (rot 10 cbm) waren sie nicht merklich schlechter als solche in reinem Wasser (zum größeren Teil dürr, *Pinus* auch mit abfallenden dürren Nadeln). Jedenfalls scheinen Coniferen hiernach von besonderer Widerstandskraft.[1])

Die verschiedenen Pflanzen und Pflanzenteile zeigen nach diesen Versuchen in ihrem Verhalten gegen die wasserlöslichen Bestandteile des Leuchtgases erhebliche Unterschiede. Bewurzelte junge Kresse

1) Genauere Beschreibung dieser und der vorhergehenden Versuche a. a. O. Mit Versuchen über das Verhalten der Zweige im Frühjahr unter gleichen Bedingungen bin ich zur Zeit noch beschäftigt.

und zumal Bohne wurden rasch geschädigt, von den Zweigen der Holzgewächse[1]) jedoch **nur die Blätter der Laubbäume**, ihre Achsen und Knospen sind in hohem Grade unempfindlich, bei den Coniferen in solchem Maße, daß eine Schädigung überhaupt zweifelhaft bleibt. Die Sonderstellung des einjährigen Laubblattes erklärt sich wohl aus seiner Beschaffenheit, größere Flächenentwicklung und starke Verdunstung führen zu ebensolcher Wasseraufnahme, ihm fließen also auch größere Mengen schädlicher Stoffe zu, als den kleinen schuppenförmigen oder nadeligen Blättern der Coniferen (Ausnahme *Taxus*!), der durch Korkmantel umschlossenen Rinde (Ausnahme *Ilex*!) und den mit dicht anliegenden Schuppen bedeckten Knospen. Unterschiede in der spezifischen Empfindlichkeit treten demgegenüber sehr zurück. —

Man geht wohl kaum fehl, wenn man hiernach die vorzeitige Entlaubung gasgeschädigter Bäume — bei vollem Intaktbleiben von Zweig und Knospe — wie solches in der Praxis mehrfach konstatiert ist, übrigens sich auch aus oben genannten früheren Versuchen von KNY u. a. ergibt, auf die Aufnahme wasserlöslicher Gasbestandteile zurückführt. Plötzlich eintretendes Welken des gesamten Laubes dürfte vielleicht mehr Folge akuter Schädigung (Vergiftung) der jungen Wurzeln durch im Boden sich anhäufende größere Mengen flüchtigen Gases sein (Unterbrechung der Wasserleitung), auch sie trifft zunächst noch nicht die perennierenden Teile, schließt also — übereinstimmend mit den tatsächlichen Beobachtungen — mehr oder weniger kümmerliches Austreiben der Winterknospen im folgenden Jahre nicht aus; offenbar muß hier der Baum aber im Verlauf von 1—2 Jahren völlig eingehen, wogegen im ersteren Falle (unter der Voraussetzung, daß die Wurzeln nicht gleichzeitig vernichtet wurden), zunächst Kümmern folgt. Ausschlaggebend ist natürlich, wie viel Gas und lange es wirkt, ob es das ganze oder nur einen Teil des Wurzelsystems trifft; Baumgröße, Bodenbeschaffenheit, Jahreszeit[2]) u. a. spielen mit.

6. Austreiben der Winterknospen unter Wirkung gasgesättigten Wassers habe ich schließlich bei Kastanien-

---

1) Bewurzelte Pflanzen verhalten sich nach verschiedenen Erfahrungen nicht wesentlich anders.

2) So können starke Gasansammlungen bei Rohrschäden, wie solche unter Asphaltpflaster, schwer durchlässigem nassen oder gefrorenen Boden vorkommen (s. BUNTE, Journ. f. Gasbeleuchtung 1885, **28**, p. 678; SCHMIDT ibid., 1886, **29**, 714), die Bedingungen für akute Wurzelschädigung schaffen; der Winter ist dafür besonders günstig.

zweigen (*Aesculus Hippocastanum*) noch verfolgt, wobei sich ergab, daß zunächst ein Einfluß nicht festzustellen war. Die 40—70 cm langen Zweige wurden im März kurz vor dem Trieb eingestellt, sie standen dann (gleich allen vorigen Versuchen) bei Zimmertemperatur von durchschnittlich 14°. Gas- wie Kontrollzweige öffneten ihre Knospen gleichzeitig, die jungen Laubblätter und Blütenstände hatten gleiche Größe und Aussehen noch nach 8 Tagen (Spreitenteile bis 5 cm, Stiel bis 3 cm ; Gasdurchgang rot 1,5 cbm). In solchen Treibversuchen mit unbewurzelt bleibenden Zweigen kommt es durchweg bekanntlich nur zur Ausbildung relativ kleiner Blätter, deren Lebensdauer gewöhnlich nur kurz ist, von schädlichen Stoffen werden gegebenenfalls also auch nur kleinere Mengen von ihnen aufgenommen. Ob junge Blätter hier minder empfindlich sind, steht dahin.

Jedenfalls wird das Knospentreiben der Roßkastanie durch wasserlösliche Gasbestandteile nicht gestört.

Ich übergehe Versuche, die mit dem fertigen Gaswasser selbst angestellt wurden, erwähne aber, daß ein solches Wasser, durch das ungefähr 100 cbm Gas geleitet waren, gleichfalls nur die Blätter eingestellter Lindenzweige innerhalb einer Woche tötete (sie verdorrten ohne abzufallen am Zweige), Zweigrinde wie Knospen waren noch nach 3 Monaten am Leben. —

Schwieriger als bloße Feststellung der Tatsachen ist ihre restlose Erklärung, wir wollen natürlich die wirkenden Stoffe selbst, die „Gifte", kennen. Auf diese Frage kann ich eine erschöpfende Antwort noch nicht geben, es sind nach allem aber nicht die Hauptbestandteile des Leuchtsgases. Die schnelle akute Schädigung der Kressewurzeln durch das flüchtige Gas veranlassen offenbar die gleichen, unter den sogenannten Verunreinigungen desselben zu suchenden Substanzen, welche schon früher (l. c.) die oberirdischen Teile der Keimlinge binnen 2—3 Tagen vernichteten. Unter ihnen scheint sich noch eine besondere schwer faßbare zersetzliche Substanz zu verbergen, die ich zwar experimentell ausschließen, doch noch nicht sicher identifizieren konnte. Auch an der langsameren Wirkung des gasdurchströmten Wassers mag sie mitbeteiligt sein. Die Untersuchung solchen Wassers mit seinem minimalen Gehalt an meist flüchtigen Bestandteilen gab bislang aber so wenig greifbare Resultate, daß ich sie hier übergehe, übrigens waren in ihm weder Schwefelwasserstoff noch Cyanverbindungen nachweisbar, von Ammoniak nur sehr geringe Spuren; etwas substanzreicher ist natürlich das schädlichere Filtrat der Gaserde, die Sachlage ist sonst aber ähnlich.

Als in dem benutzten Leuchtgase im Frühjahr 1917 plötzlich Schwefelwasserstoff in leicht nachweisbarer Menge — neben Blausäure — auftrat, glaubte ich anfangs, den Schlüssel zu den verschiedenen Beobachtungen gefunden zu haben; näherer Verfolg in dieser Richtung zeigte aber, wie vorsichtig man bei solchen Folgerungen sein muß. 1 % Schwefelwasserstoff tötete zwar Samen wie Keimlinge der Kresse in kurzer Zeit ab, Versuche mit 0,03 % in der Atmosphäre — etwas mehr als dem Gehalt meines Gases (0,01—0,02 %) entsprach — ergaben jedoch, daß diese Dosis nicht nur unschädlich war, sondern die Samenkeimung sogar lebhaft beschleunigte. Das „Gift" wird in dieser Dosis auch hier zum Reizmittel. Den mehrfachen Angaben der Literatur gegenüber, daß diese oder jene Substanz den giftigen Charakter des Leuchtgases für Pflanzen bedingen soll, muß an der Forderung festgehalten werden, zuvor einmal deren wirklich vorhandene Menge sowie die Empfindlichkeitsgrenze für die benutzte Versuchspflanze genauer festzustellen.

Hannover, Bacter. Laboratorium des Techn.-Chem. Instituts der Techn. Hochschule.

Sitzung vom 25. Mai 1917.

Vorsitzender: Herr C. CORRENS.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Fischer, Dr. **Hermann**, Privatdozent an der Technischen Hochschule in **München** (durch K. GIESENHAGEN und G. HEGI),

Kylin, Dr. **Harald**, Privatdozent an der Universität **Upsala** (durch N. E. SVEDELIUS und R. SERNANDER).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Meyer, Dr. **Fritz Jürgen**, in **Marburg**,

Mandekič, Dr. **V.**, Professor in **Križevac**,

Westling, Dr. **R.**, in **Stockholm**.

Mitteilungen.

39. F. v. Höhnel: Ueber die Trichothyriaceen.

(Mit zwei Textbildern.)

(Eingegangen am 10. Mai 1917.)

In meinen Fragmenten zur Mycologie 1915, XVII. Mitt. No. 888, habe ich angegeben, daß der als *Nitschkea Flageoletiana* Sacc. 1902 (SYLL. FUNG. XVII. Bd. p. 561) beschriebene Pilz eine Microthyriacee, wahrscheinlich ein *Myiocopron* ist. Ich hatte damals den Pilz nur flüchtig untersucht, da das mir vorgelegene sehr kümmerliche Stück des Originalexemplars zu einem erschöpfenden Studium nicht ausreichte. Selbst mit der Lupe war von dem gesuchten Pilze nichts zu sehen, und nur durch sorgfältiges Abkratzen des *Eutypa*-Stromas, auf dem er wachsen sollte, bekam ich einige Bruchstücke desselben mit unreifen Schläuchen zu sehen, die mir zeigten, daß der Pilz gewiß keine *Nitschkea* ist und so gut wie sicher eine Microthyriacee sein müsse.

Seither hat THEYSSEN (Ann. myc. 1916, XIV. Bd. p. 430) an, wie ich aus seinen Angaben ersehe, sehr gutem Materiale den Pilz wieder geprüft und erkannt, daß derselbe eine Trichothyriacee ist,

den er *Trichothyrium epimyces* (B. R. S.) Th. nannte, da ich inzwischen angegeben hatte (Oesterr. bot. Ztschr. 1916, 66. Bd. p. 55), daß *Microthyrium epimyces* Bom. Rouss. Sacc. 1887 derselbe Pilz ist. Spezielle Mykologen, die sich nicht darauf beschränken, einzelne Fragen restlos und erschöpfend zu behandeln, wodurch zwar sehr wichtige und sichere Ergebnisse erzielt werden, welcher Weg aber nur äußerst langsam zum endlichen Ziele einer wenigstens praktisch befriedigenden Systematik aller Pilze führt, sondern welche die Gesamtheit der Pilze im Auge behaltend an sehr zahlreichen Stellen des Systems anknüpfen, sind naturgemäß viel mehr der Gefahr ausgesetzt, kleinere oder größere Irrtümer zu begehen, was nicht nur mit der Unmöglichkeit zusammenhängt, das gesamte Gebiet zu beherrschen, sondern auch mit der Zersplitterung und Unverläßlichkeit der Literatur, der so vielfach unrichtigen Bestimmung und mangelhaften Beschaffenheit der Exsiccate, der sehr großen Zahl notwendiger, mühevoller Einzeluntersuchungen und vielen anderen oft zufälligen Umständen zusammenhängt. Nichtsdestoweniger ist die Tätigkeit dieser zweiten Art von Mykologen, die mit einer viel eingehenderen und allgemeineren Formenkenntnis ausgerüstet sind und daher ein viel schärferes Unterscheidungsvermögen besitzen, von der größten Wichtigkeit, denn nur ihre Tätigkeit ist imstande, die spezielle Systematik der Pilze in einem etwas rascherem Tempo vorwärts zu bringen, so daß es möglich wird, in absehbarer Zeit ein für einen gewissen Zeitraum befriedigendes spezielles System der Pilze zustande zu bringen. Doch wird bei ihrer umfassenden Tätigkeit stets mit einem gewissen Prozentsatz von Irrtümern gerechnet werden müssen, der mit in den Kauf genommen werden muß.

Daher hielt ich es nicht für überflüssig, THEYSSENs Angaben über die *Nitschkea Flageoletiana* nachzuprüfen, um so mehr, als ich seit 1915 sehr gutes Material von dem Pilze erhalten hatte und ich auch inzwischen gefunden hatte, daß der Genannte gerade über einige Microthyriaceen unrichtige Angaben machte. So hat er in Oesterr. bot. Ztschr. 1912, 62. Bd. p. 219 die *Dothidea Juniperi* Desm. für kein *Microthyrium* erklärt. Erst 1916 (Ann. myc. 1916, XIV. Bd. p. 429) sagt er, sie werde wohl kaum von *Microthyrium* zu trennen sein. Der Pilz ist aber eine *Seynesia*, wie schon REHM 1909 (Ann. myc. VII. Bd. p. 416) vermutete. Ebenso hat derselbe *Microthyrium litigiosum* (Desm.) Sacc. (l. c. p. 431) für in die Gattung gehörig erklärt, während der Pilz eine neue Polystomellaceen-Gattung ist, die ich *Dothithyrella* genannt habe.

Die nun wiederholte Prüfung der *Nitschkea Flageoletiana* hat mir in der Tat gezeigt, daß dieselbe eine mit *Loranthomyces sordidulus*

(Lév.) v. H. (siehe Fragmente z. Mycol. 1909, VII. Mitt. No. 310) nahe verwandte Trichothyriacee ist.

Hierbei machte ich aber die überraschende Entdeckung, daß die Perithecien des Pilzes vollkommen invers gebaut sind, so zwar, daß dieselben nicht nur verkehrt angewachsen sind, sondern auch der Nukleus an der oberen (Basal-) Wand entspringt, die Schläuche also dort befestigt sind, wo sich das scheinbare Ostiolum befindet, während, wie bekannt, bei den Microthyriaceen die Thyriothecien zwar invers sind, aber der Nukleus unten an der am Substrate angewachsenen Ostiolarseite befestigt ist.

Ich hatte bisher angenommen, daß sich die Microthyriaceen aus gewissen Perisporiaceen entwickelt haben. Allein der Abstand zwischen diesen beiden Familien ist sehr groß. Nicht nur der Bau der

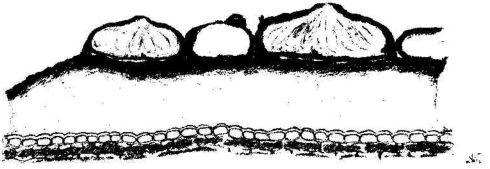


Abb. 1 *Loranthomyces sordidulus* (Lév.) v. H. Querschnitt durch das Stroma eines nicht näher bekannten Pilzes, auf dem einige Katothecien schmarotzen. Man sieht, daß die Schläuche oben am Pseudostiolum sitzen. Auf einem Katothecium ist ein junges zu sehen. Vergr. 150 mal. Gezeichnet von Prof. JOSEF WEESE in Wien.

Thyriothecien-Membran, sondern insbesondere der Umstand, daß der Nukleus am organischen Scheitel der Thyriothecien entspringt, bildete eine große Schwierigkeit für meine Hypothese. Es fehlte eine beide Familien verbindende Form. Eine solche Gruppe von Formen sind nun die Trichothyriaceen. Die Untersuchung von *Loranthomyces sordidulus* zeigte mir, daß der Pilz genau so gebaut ist, wie die angebliche *Nitschkea*. Auch da sitzen die Schläuche auf der nach oben gekehrten Basis der Perithecien, dort wo sich das Scheinostiolum befindet. Ich zweifele nicht daran, daß auch die *Trichothyrium*-Arten sich genau ebenso verhalten werden, da ihre Perithecien-Membran genau ebenso gebaut ist.

Wenn ich mich bei der Durchsicht meiner Präparate von *Actinopeltis peristomalis* v. H. (Denkschr. mat.-nat. Kl. Kais. Ak. Wien

1907, 83. Bd. p. 17 Taf. I Fig. 3) nicht getäuscht habe, verhält sich dieser Pilz genau ebenso; die Schläuche saßen an einem Bruchstück der Membran oben am Scheinostiolum.

Ein ganz gleich geformtes und gebautes Perithecium (aber ohne Borsten) wie bei *Actinopeltis* fand ich auf morschen Föhrennadeln aus Frankreich. Das ist wahrscheinlich auch eine Trichothyriacee. Es sind also noch mehr solche Formen auch in Europa zu erwarten.

Bei der *Nitschkea* konnte ich auch an Flächenschnitten die Entwicklung des Pilzes soweit verfolgen, daß es mir ganz klar wurde, daß der Pilz aus einer Perisporiacee entstanden ist.

Die anfänglich hyalinen, zweizelligen Sporen werden ausgeworfen dunkelbraun und etwas größer (26 — 10 μ). Sie keimen aus und bilden ein spärliches braunes Mycel. Aus diesem erheben sich 3 μ breite hyaline Zweige, die an der Spitze kugelig anschwellen. Ich sah eine solche Kugel von 10 μ Durchmesser, die oben schon etwas abgeflacht war. Daraus entstehen nun die zunächst aufrechten Perithecien. Diese sind lange ganz dünnwandig und zart radial gestreift, durchscheinend braun. Bei 25 μ Durchmesser sind sie etwa 12 μ dick und sitzen unten auf einer braunen 5 μ dicken Hyphe, die von der Mitte der Unterseite wie ein Stiel absteht. Nun biegt sich dieser Stiel um. Wenn die Perithecien 70 μ groß sind, sind sie stärker abgeflacht und liegen mit der Oberseite bereits flach auf dem *Eutypa*-Stroma. Wenn die Perithecien etwa 90 μ breit geworden sind, sind sie bereits schwarzbraun, der Stiel ist abgefallen und man sieht nun ein Pseudostiolum von 12 μ Durchmesser, das von einer durchsichtigen einzellschichtigen Membran verschlossen ist, die aus zwölf Zellen besteht, davon 4 in der Mitte und 8 außen. Junge Perithecien, die dem *Eutypa*-Stroma angewachsen sind, werden manchmal vom Stroma umwallt und eingeschlossen. Es sieht dann so aus, als würden die Perithecien im Stroma entstehen und hervorbrechen; das ist aber nicht der Fall.

Nun ist es auch klar, daß das Stroma, auf dem das *Loranthomyces sordidulus* sitzt, nicht zum Pilze gehört, wie es ganz den Anschein hat, und ich mit RACIBORSKI früher annahm. Hier werden die flach scheibenförmigen Perithecien bis 280 μ breit und 70 μ hoch. Ich fand nun auf dem Stroma ganz junge, durchscheinende, erst 44 μ breite Perithecien, die denen der *Nitschkea* ganz ähnlich waren und noch mit einem bräunlichen 5 μ breiten Stiel versehen war, der in der Mitte steif abstand.

Die Gattung *Loranthomyces* muß daher nun ganz anders charakterisiert werden. Ihr Hauptunterschied von *Trichothyrium* wird in

dem Mangel eines freien Mycels liegen. Auf die meist fehlenden oder undeutlichen Borsten am Pseudostiolum ist kein Gewicht zu legen. Sie treten manchmal auch bei der *Nitschkea* auf. Diese ist nun offenbar kein *Trichothyrium* mit gut entwickeltem freien, oft membranartigem Mycel, sondern ein *Loranthomyces* und muß *L. epimyces* (B. R. S.) v. H. genannt werden.

Nun erklären sich auch meine Angaben betreffend *Trichothyrium asterophorum* (B. et Br.) v. H. Die einzellschichtigen Scheiben

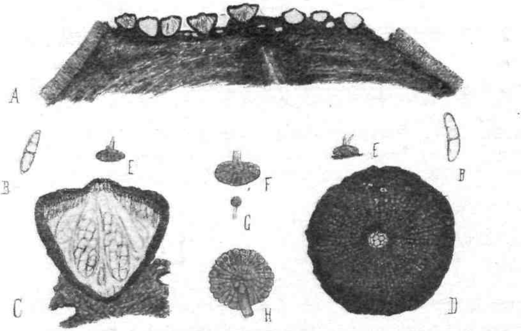


Abb. 2. *Loranthomyces epimyces* (B. R. S.) v. H. A (50:1) Stroma von *Eutypa* sp. seitlich vom Periderm begrenzt, mit 8 darauf schmarotzenden Katothecien. 7 junge sind verkümmert und im Stroma eingewachsen. B (650:1) reife Sporen. C (230:1) Medianschnitt durch ein Katothecium mit den oben am Pseudostiolum sitzenden Schläuchen. D (270:1) Katothecium von oben gesehen mit dem von einer zarten zelligen Membran verschlossenen Pseudostiolum. E bis H (250—350:1) junge Katothecien in verschiedenem Alter. Man sieht die Hyphe an deren Spitze sie entstehen.
Gezeichnet von Prof. Josef Weese in Wien.

und halbiert schildförmigen Perithecien dieser Art sind offenbar junge und schlecht entwickelte Perithecien, wie man sie auch bei dem europäischen Pilze sieht. Junge Perithecien, von oben gesehen, sehen einzellschichtig aus, weil die untere Membran sehr zart ist und durch die obere verdeckt wird.

Es wird nun gewiß auch Formen geben, die den Microthyriaceen im Gehäusebau noch näher stehen, aber die Schläuche oben ansitzend haben. Vielleicht ist *Trichothyriella quercigena* (B.) Th. eine solche (Beih. Bot. Centralbl. 1914 32 Bd. II. p. 12).

Die Fruchtkörper der Trichothyriaceen sind weder echte Perithecien noch Thyriothecien, man kann sie daher mit einem eigenen Namen versehen. Ich nenne sie Katothecien.

Es wäre von Interesse zu untersuchen, ob bei den Thyriothecien der Nukleus schon ursprünglich auf der Ostiolarseite entsteht, oder basal angelegt wird und erst während der Entwicklung derselben zur Ostiolarseite wandert.

Nachdem nun wohl der Zusammenhang der Microthyriaceen mit den Perisporiaceen feststeht, müssen die Perisporiales in vier Familien geteilt werden: Perisporiaceen, Trichothyriaceen, Microthyriaceen und Englcuraceen.

Durch die gemachte Entdeckung entsteht nun eine neue Aufgabe; es müssen die Microthyriaceen auf Querschnitten durchgeprüft werden zur Feststellung, wo die Schläuche entspringen. Es ist nicht daran zu zweifeln, daß sich hierbei Resultate von Interesse ergeben werden. Von großem Interesse wäre es auch, die Entwicklung der Katothecien von *Loranthomyces epimyces* näher zu verfolgen, um die gemachten Angaben hierüber zu verbessern und zu vervollständigen.

---

40. Franz von Höhnel: System der Phacidiales v. H.

(Eingegangen am 10. Mai 1917.)

Unter Phacidiales sind Discomyceten zu verstehen mit oberflächlichen oder eingewachsenen, nie hervorbrechenden Fruchtkörpern, mit oder ohne Stroma, mit ringsum oder nur oben entwickeltem braunhäutigem bis derbem kohligem Gehäuse, das bei der Reife oben ganz unregelmäßig, mit einem Längsspalt oder mehrlappig aufreißt. Selten wird der Oberteil des Gehäuses deckelartig abgeworfen. Bei *Leptopeltella*-Arten kommt es manchmal zur Bildung eines rundlichen Ostiolums, das aber später meist spaltig aufreißt.

Die zu den Phacidiales gestellten Pilze waren bisher zumeist bei den Hypodermieen und Phacidiaceen untergebracht; doch sind auch einige anderen Familien dabei vertreten.

Die Phacidiales verbinden die Dothideales mit den Pezizales. Jene Formen, die den Dothideales nahe stehen, zeigen manchmal eine undeutliche Lokulibildung, so *Thyriopsis*, *Schizothyrioma;* die

den Pezizales nahestehenden Gattungen, wie *Sphaeropezia*, *Odontotrema* erweisen sich durch das ringsum scharf begrenzte Hymenium als zu den Phacidiales gehörig. Nur bei *Colpoma* und *Therrya* ist die Hymenialschichte weniger gut begrenzt.

Odontotremella raphidospora Rehm (1912, XIII. Ber. bayr. bot. Ges. München p. 166) ist vielleicht eine vielsporige *Coccomycetella* v. H. und würde dann auch zu den Phacidiales gehören. *Odontotremella* Rehm 1912 ist aber gleich *Beloniella* Sacc. 1884 (non Rehm).

Ein sehr großer Teil der Phacidiales wurde bisher falsch und willkürlich eingereiht. Nur an guten Medianschnitten läßt sich der Bau derselben erkennen und feststellen, wo im Substrate sich der Pilz entwickelt. Sehr wichtig ist die Kenntnis der Typen der einzelnen Gattungen, daher ich am Schlusse ein Verzeichnis derselben gegeben habe.

Aus der folgenden Übersicht sind nur die Hauptunterschiede der Gattungen zu ersehen. Daneben gibt es aber noch andere, oft schwer zu beschreibende, die nur in ausführlichen, durch reichliche Abbildungen erläuterten Beschreibungen zum Ausdrucke kommen könnten.

Die Stellung einiger Gattungen, deren Typen ich nicht untersuchen konnte ist unsicher, so *Hymenobolus*, *Haplophyse* und *Sphaeropezia*. Die Gattung *Polyclypeolum* Theyss. dürfte neben *Schizothyrium* Desm. (= *Epipeltis* Theyss.) kaum haltbar sein.

Mit Ausnahme der Gattungen *Coccomycetella*, *Xylopezia*, *Pleiostictis* und *Odontotrema*, die auf nacktem Holze auftreten, wachsen alle anderen Phacidiales auf Blättern, Stengel- und Zweigrinden.

I Schizothyrieen v. H.

Fruchtkörper ganz flach, der Cuticula aufsitzend. Decke häutig, meist unregelmäßig zerreißend.

1. Sporen hyalin, zweizellig, länglich.
   - α. Fruchtkörper ohne freiem Randmycel.
     - α. Mit Paraphysen . . . . *Clypeolum* Speg.
     - β. Ohne Paraphysen . . . . . . *Microthyriella* v. H.
   - β. Mit freiem Randmycel.
     - α. Ohne Andeutung von Lokulibildung *Schizothyrium* Desm.
     - β. Mit Andeutung von Lokulibildung *Polyclyplcolum* Th.
2. Sporen hyalin, mit einigen Querwänden . *Phragmothyriella* v. H.

II. Leptopeltineen v. H.

Fruchtkörper mit oder ohne Stroma, auf der Epidermis unter der Cuticula eingewachsen, oben mit einem Längsspalt oder mehrlappig aufreißend.

1. Ohne subkutikuläres Stroma.
   a) Sporen einzellig, länglich, hyalin . . *Phacidina* v. H.
   b) Sporen einzellig, länglich, gefärbt; Basalschichte hyalin; mit Paraphysen und subkutikulärem Myzel . . . . *Entopeltis* v. H.
   c) Sporen braun, zweizellig. Basalschichte hyalin; undeutliche Loculibildung (?) . . . . *Thyriopsis* Th. et S.
   d) Sporen hyalin 2—4-zellig; mit Paraphysen; Gehäuse gegen den Rand mehr minder radiär gebaut.
      α. Gehäuse dünnhäutig, ringsum entwickelt; selten ein rundliches Ostiolum . . . . . . *Leptopeltella* v. H.
      β. Gehäuse dünn, mehr kohlig, nur oben entwickelt . . . . *Leptopeltis* v. H.
   e) Sporen hyalin, einzellig, doppelspindelig; mit Paraphysen . . . . *Duplicaria* Fuckel.
   f) Sporen hyalin, mauerförmig geteilt; Basalschichte dunkel; mit Paraphysen.
      α. Schläuche keulig; Fruchtkörper streng subkutikulär . . . . *Vizella* Sacc.
      β. Schläuche kugelig; Fruchtkörper die Epidermis verdrängend . . . *Haplophyse* Theiss.
   g) Sporen fädig; mit Paraphysen.
      α. Gehäuse lanzettlich, mit vorgebildetem Längsspalt aufreißend . *Lophodermina* v. H.
      β. Gehäuse rundlich-eckig, mehr lapgig aufreißend . . . . *Coccomyces* de Not.
2. Mit subkutikulärem Stroma.
   a) Sporen hyalin, länglich, zweizellig, mit Paraphysen; Stroma dünn . . . . *Schizothyrioma* v. H.
   b) Sporen doppelspindelig, einzellig; ohne Paraphysen . . . . *Bifusella* v. H.
   c) Sporen fädig, mit Paraphysen . . . *Rhytisma* Fries - v. H.

III. Dermopeltineen v. H.

Pilz mit oder ohne Stroma, in der Epidermis (intraepidermal) entwickelt.

I. Ohne Stroma.

a) Gehäuse oben und unten entwickelt; Paraphysen vorhanden.
   1. Schläuche gestielt; Sporen 1—2-zellig, hyalin; Gehäuse mit vorgebildetem, mit Quellkörper versehenem Spalt aufreißend, länglich . . . . . . *Hypoderma* Fries.

2. Schläuche ohne Stiel; Sporen einzellig, hyalin; Gehäuse ohne vorgebildetem Spalt unregelmäßig aufreißend . . . . *Hypodermellina* v. H.
3. Sporen einzellig, länglich, hyalin; Gehäuse rundlich-eckig, Decke stark, mit vorgebildeten Spalten, lappig aufreißend . . *Pseudophacidium* Karst.
4. Sporen hyalin einzellig, keulig unten lang zugespitzt (tränenförmig), Gehäuse länglich, Spalt nicht vorgebildet, ohne Quellkörper . . . . . . *Hypodermella* Tubeuf.
5. Sporen fädig.
   α. Gehäuse lang, lanzettlich, mit Längsspalt aufreißend . . . . *Lophodermellina* v. H.
   β. Gehäuse eckig-rundlich, mehrlappig aufreißend . . . . . *Coccomycella* v. H.
6. Sporen braun, einzellig, länglich; Decke dick linsenförmig . . . . *Pseudotrochila* v. H.

b) Gehäuse nur oben entwickelt, Basalschichte hyalin; Sporen hyalin, einzellig . . . . *Macroderma* v. H.

II. Mit mächtig entwickeltem Stroma.
   a) Sporen einzellig, länglich, braun . *Nymanomyces* P. Henn.
   b) Sporen fädig . . . . *Xyloma* Pers.

IV. Phacidiaceen v. H. (non Aut.)

Pilz subepidermal und tiefer eingewachsen. Auf Blättern und Stengelrinde schmarotzend. Nur *Coccomycetella* auf nacktem Holze, scheinbar hervorbrechend.

I. Mit Stroma.
   a) Stroma allseitig scharf begrenzt, aus senkrecht gereihten kohligen offenen Zellen aufgebaut. Decke lappig aufreißend. Sporen länglich, hyalin, einzellig . *Cryptomycina* v. H.
   b) Stroma hyalin-plektenchymatisch, am Umfange unbegrenzt fortwachsend; Hymenien langgestreckt, schmal, verzweigt, radiär angeordnet, mit Längsspalt aufreißend. Sporen hyalin, mit mehreren Querwänden . *Aldona* Raciborski.

II. Ohne Stroma.
   a) Fruchtkörper oben bleibend geschlossen; Decke dick; Schlänche und Paraphysen in knorpeligem Schleim bleibend eingebettet. Sporen hyalin, mauerförmig geteilt . . . *Hysteropsis* Rehm.

b) Fruchtkörper sich oben spaltig oder lappig öffnend.

1. Sporen hyalin, länglich, einzellig; Gehäuse rundlich.
   α. Decke mit Quellschichte; Gehäuse derber; Basalschichte (meist) dunkel gefärbt . . . . *Phacidium* Fries.
   β. Decke ohne Quellschichte; Gehäuse zarter; Basalschichte hyalin . . . . . . *Naevia* Fries-Rehm.
2. Sporen braun, länglich, einzellig; Gehäuse rundlich.
   α. Gehäuse derbwandig . . . . *Hymenobolus* Mont.
   β. Gehäuse zarter . . . . . *Phaeophacidium* P. Henn.
3. Sporen fädig. Wie *Coccomyces*, aber auf nacktem Holze wachsend . . . . *Coccomycetella* v. H.
4. Sporen fadenförmig. Nicht auf nacktem Holze wachsend.
   α. Gehäuse länglich, lanzettförmig, mit Längsspalt aufreißend . . . . *Lophodermium* Chev.
   β. Gehäuse rundlich, mehrlappig sich öffnend; Schläuche in festem Schleim bleibend eingebettet . . . . . *Moutoniella* Penz. et Sacc.
5. Sporen hyalin, mit einigen Querwänden; Gehäuse pezizeenartig.
   α. Blattschmarotzer. Rand kaum lappig *Sphaeropezia* Sacc.
   β. Holzbewohnend. Gehäuserand unregelmäßig schmalzähnig . . *Odontotrema* Nyland.

V. Phacidiostromaceen v. H.

Stroma die ganze Blattdicke zwischen den beiden Epidermisaußenwänden einnehmend und mit diesen verwachsen. Auf Stengeln in und unter der Epidermis entwickelt und tief ins Gewebe greifend, mit der Epidermisaußenwand verwachsen.

1. Sporen einzellig, länglich, hyalin; mit Paraphysen; Stroma scharf begrenzt *Phacidiostroma* v. H.
2. Sporen fadenförmig . . . . *Pachyrhytisma* v. H.
3. Sporen oben keulig, unten fädig zugespitzt (tränenförmig), hyalin, einzellig *Placuntium* Ehrb.-v. H.
4. Sporen 1 (—2?)-zellig; Stroma stengelbewohnend, unbegrenzt . . . . . *Aporhytisma* v. H.

Criella austrocaledonica (Crié) Sacc. (*Rhytisma* Crié) gehört vielleicht hierher.

Phacidiostromella v. H. ad Int. ein unreifer eigenartiger hierher gehöriger Pilz auf *Symplocus*-Blättern in Java.

VI. Cryptomyceteen v. H.

Pilz unter dem Periderm entwickelt. Nur *Xylopezia* und *Pleiostictis* auf nacktem Holze.

A. Unter dem Periderm entwickelt.

I. Mit Stroma.

Stroma unten hyalin; Decke dick, lappig aufreißend, mit dem Periderm verwachsen; Sporen hyalin, einzellig, länglich *Cryptomyces* Greville.

II. Ohne oder mit Basal-Stroma.

a) Sporen hyalin, einzellig, länglich; Fruchtkörper rundlich-eckig, lappig aufreißend, ähnlich *Phacidium*.

1. Mit Paraphysen . . . . *Myxophacidium* v. H.
2. Ohne Paraphysen . . . . . . *Myxophacidiella* v. H.

b) Sporen fadenförmig, ein- bis mehrzellig.

1. Basalschichte hyalin, sehr dick; Gehäuse seitlich wenig entwickelt, dünn . . . . *Sporomega* Corda.
2. Basalschichte braun, dünner; Gehäuse seitlich sehr dick.
   α. Fruchtkörper gestreckt, mit Längsspalt sich öffnend *Colpoma* Wallroth.
   β) Fruchtkörper rundlich oder länglich, sich mehrlappig öffnend . . . . *Therrya* Penz et Sacc.

B. Auf nacktem Holze.

a) Ähnlich *Therrya*. Sporen hyalin, länglich, mit einigen Querwänden . . . . *Xylopezia* v. H.

b) Sporen gefärbt, mauerförmig geteilt . *Pleiostictis* *Rehm*.

Wahrscheinliche Phacidiales-Gattungen unsicherer Stellung sind *Hypodermopsis* Earle und *Graphyllium* Clements.

Die Typen der Phacidiales-Gattungen sind folgende Arten.

Aldona stella nigra Raciborski.
Aporhytisma Urticae (Wallr.) v. H. (*Xyloma* Wallroth).
Bifusella linearis (Peck) v. H. (*Rhytisma* Peck).
Clypeolum atroareolatum Spegazzini.
Coccomycella quercina (Desm.) v. H. (*Phacidium* Desmaz.)
Coccomyces tumida β. trigonum (Fr.) de Not. (Hysterium Fries).
Coccomycetella belonospora (Nyl.) v. H. (*Odontotrema* Nylander).
Colpoma quercinum (P.) Wallr. (*Hysterium* Persoon).
Cryptomyces maximus (Fr.) Rehm (*Rhytisma* Fries).
Cryptomycina Pteridis (Rebent.) v. H. (*Sphaeria* Rebentisch).
Duplicaria Empetri (Fr.) Fuckel (*Xyloma* Fries).
Entopeltis interrupta (Wint.) v. H. (*Asterina* Winter).
Graphyllium Chloës Clements.
Haplophyse ohauensis Theyssen.
Hymenobolus Agaves Durieu et Montagne.
Hypoderma Rubi (P.) D. C. (*Hysterium* Persoon).
Hypodermella Laricis Tubeuf.

Hypodermellina ***ruborum*** v. H. (*Gloniella* ***sarmentorum*** Rehm).
Hypodermopsis Sequoiae Earle.
Hysteropsis culmigena Rehm.
Lophodermella ***sulcigena*** (Link) v. H. (*Hypodermium* Link).
Lophodermellina ***hysterioides*** (P.) v. H. (*Xyloma* Persoon).
Lophodermina melaleuca (Fr.) v. H. (*Hysterium* Fries).
Lophodermium ***arundinaceum*** (Schr.) Chev. (*Hysterium* Schrader).
Leptopeltella ***perexigua*** (Speg.) v. H. (*Hysterium* Spegazzini).
Leptopeltis filicina (Lib.) v. H. (*Aylographum* Libert).
Macroderma Curtisii (Berk. et Rav.) v. H. (*Rhytisma* Berk. et Rav.).
Microthyriella Rickii (Rehm) v. H. (*Microphyma* Rehm).
Moutoniella polita Penzig et Saccardo.
Myxophacidiella ***Betulae*** (Rehm) v. H. (*Phacidium* Rehm).
Myxophacidium ***degenerans*** (Karst.) v. H. (*Pseudophacidium* Karst.)
Naevia ***minutissima*** (Awld.) Rehm (*Phacidium* Auerswald).
Nymanomyces ***Aceris Laurini*** (Pat.) P. Henn. (*Rhytisma* Pat.)
Odontotrema minus Nylander.
Pachyrhytisma ***symmetricum*** (J. Müll.) v. H. (*Rhytisma* J. Müller).
Phacidina gracilis (Nießl) v. H. (*Phacidium* Nießl).
Phacidiostroma ***multivalve*** (D. C.) v. H. (*Xyloma* De Candolle).
Phacidiostromella v. H. ad. Inter.
Phacidium lacerum Fries.
Phaeophacidium ***Escalloniae*** P. Hennings et Lindau.
Phragmothyriella orbicularis (Z.) v. H. (*Myriangiella* Zimmermann).
Placuntium Andromedae (P.) Ehrenb. (*Xyloma* Persoon).
Pleiostictis propolioides Rehm.
Polyclypeolum Abietis (v. H.) Theyss. (*Polystomella* v. Höhnel).
Pseudophacidium ***Ledi*** (A. et S.) Karst. (*Xyloma* Alb. et Schwein.)
Pseudotrochila ***Rhododendri*** (R.) v. H. (*Cryptomyces* (Criella) Raciborski).
Rhytisma ***acerinum*** (P.) Fries (*Xyloma* Persoon).
Sphaeropezia alpina Saccardo.
Schizothyrioma ***Ptarmicae*** (Desm.) v. H. (*Schizothyrium* Desmaz.)
Schizothyrium ***acerinum*** Desmazières. (= *Epipeltis* Theyssen).
Sporomega ***degenerans*** (Fr.) Corda (*Hysterium* Fries).
Therrya ***Pini*** (A. et S.) v. H. (*Xyloma* Albertini et Schweiniz).
Thyriopsis ***halepensis*** (C.) Theyss. et S. (*Dothidea* Cooke).
Vizella ***conferta*** (Cooke) Sacc. (*Micropeltis* Cooke).
Xyloma ***salicinum*** Persoon.
Xylopezia ***hemsphaerica*** (Pers.?) v. H. (*Peziza* Persoon).

41. Hermann Fischer: Das Problem der Stickstoffbindung (Festlegung des Luftstickstoffs) bei niederen Pflanzen.

(Mitteilung aus der K. Bayr. Teichwirtschaftlichen Versuchsstation in Wielenbach, Abteilung der Biologischen Versuchsstation für Fischerei in München.)
(Eingegangen am 12. Mai 1917.)

Ueber die inneren Ursachen der Luftstickstoffbindung besteht noch wenig Klarheit. Die heute sicher als stickstoffsammelnd erkannten Organismen sind heterotrophe Schizophyten, also sehr primitive Pflanzen. Es gewinnt den Anschein, daß auch die Fähigkeit der Stickstoffbindung, d. h. der Aufnahme von freiem Luftstickstoff in organische Moleküle eine entwicklungsgeschichtlich sehr alte Erscheinung ist, eine Stickstoffassimilation primitiver Form.

Es deuten viele Erscheinungen darauf hin, daß die Fähigkeit, Luftstickstoff zu binden, Enzymen zukommt, sogenannten synthetischen Enzymen[1]). So könnte man erklären, daß auf ungeeigneten Nährböden die Bakterien bald ihre stickstoffbindende Kraft verlieren. Solange durch die Zelle noch eine Spur des Enzyms auf den neuen Nährboden mitgebracht wird, findet noch Stickstoffbindung statt, und langsam verschwindet mit der Unmöglichkeit, das Enzym neu zu bilden, die stickstoffbindende Kraft der Kulturen.

Wichtiger für das vorliegende Problem wäre es zu wissen, wie die stickstoffbindende Kraft angeregt wird. Einige Beobachtungen beweisen, daß die Stickstoffbakterien, ebenso wie die für den Menschen pathogenen Bakterien ihre ursprüngliche Kraft („Virulenz") wiederbekommen, wenn man sie durch das Ausgangsmedium wieder hindurchschickt. Worin nun die zweifellos chemischen Eigenschaften des Ausgangsmediums bestehen, welche die Regeneration ermöglichen, darüber bestehen nur Vermutungen.

---

1) Vgl. J. STOKLASA, Biochemischer Kreislauf des Phosphat-Ions im Boden, Centralbl. f. Bakt. II 1911 Bd. 29 S. 497 ff., und LEONID IWANOFF, ebenda 1909 Bd. 24.

Wenn wir uns aber auf den Standpunkt stellen, daß die Stickstoffbindung auf ein Enzym zurückgeht, so können wir die betreffende Nährbodeneigenschaft in der Fähigkeit zur Unterstützung der Enzymbildung, also zur Bildung bestimmter Eiweißkörper, suchen. Dafür spricht in der Tat die Summe der Beobachtungen, die über die Beziehungen zwischen stickstoffbindender Kraft der Nährböden zu ihrer chemischen Zusammensetzung vorliegen.

Ueber letztere Frage existiert eine bereits umfangreiche bakteriologische und agrikulturchemische Literatur, die ich in meinem Aufsatz „Ueber die Leistungsfähigkeit luftstickstoffsammelnder Bakterien für die Land- und Teichwirtschaft" (FÜHLINGs landw. Zeitung 65. Jahrg. 1916 Heft 17/18) zusammengefaßt habe. Bei Bodenbakterien kommt die die Stickstoffbindung erhaltende Kraft, wie die Bodenbakteriologen immer und immer wieder nachgewiesen haben, dem Humusboden, der „Erde" zu. KRZEMIENIESWSKI (Untersuchungen über *Azotobakter chroococcum*, Centralbl. f. Bakt. II. Abt. Bd. XXIII Nr. 6/9 1909 S. 161 ff.) schreibt z. B., daß er durch Impfen von frischer Erde in N-freie Nährlösung *Azotobakter*rohkulturen mit starkem Stickstoffbindungsvermögen erhalten habe, nämlich 8,2—13,8 mg N-Gewinn auf 1 g verbrauchter Kohlenstoffquelle. Aehnliche Resultate wurden erzielt beim Einbringen von *Azotobakter*-reinkultur und pasteurisierter Erde in die Nährlösung (bis 15,8 mg N-Gewinn). Wurde aber die Lösung nur mit Kahmhaut der Rohkultur geimpft, so ergab sich bedeutend niedrigerer Stickstoffzuwachs (bis 8,1 mg N-Gewinn). KRZEMIENIESWSKI schließt daraus, „daß die Gegenwart von Erde in der Kultur einen gewissen fördernden Einfluß auf die Stickstoffbindung seitens der Bakterien ausübt." Diese Ansicht wird dadurch bestätigt, daß in *Azotobakter*-Reinkultur überhaupt nur höchstens 2,4 mg Stickstoffgewinn erzielt wurde, während bei Zusatz von pasteurisierter Erde zur Reinkultur der Stickstoffgewinn bis auf 8,2 mg stieg. Durch Zusatz von verschiedenen Humaten (K-Humat, Na-Humat, Ca-Humat) hat nun der zitierte Autor in den Nährlösungen wieder Stickstoffgewinne erzielt, wie sie bereits bei Rohkulturen mit Bodenzusatz erreicht worden waren. Wurde dagegen ein künstliches Humat aus Zucker für die Versuche verwendet, so waren die Stickstoffgewinne wieder sehr geringe (2,9 mg).

Die Bedeutung natürlicher Humusstoffe gegenüber künstlichen ist damit einwandfrei gezeigt. Es bleibt nun noch festzustellen, worin die günstigen Eigenschaften der natürlichen Humusstoffe liegen.

aß das Humat nicht als Kohlenstoffquelle dienen kann, ist reits von KRZEMIENIESWSKI festgestellt worden (a. a. O. S. 167). i Humatzusatz allein waren die Stickstoffgewinne nur immer hr gering. Auch die Herkunft der Humate spielt für die Größe r Stickstoffbindung eine Rolle, ebenso wie die Art der Herstellung r Humate. Mit Salzsäure nicht gekochte Humate geben höhere ickstoffgewinne als mit Salzsäure gekochte Humate.

Wenn nun die Humate den Stickstoffbakterien nicht als Kohlenoffquelle dienen können, so müssen andere Bestandteile der Humate Nährquellen in Betracht kommen und zwar solche, die durch kochende Salzsäure in ihrem Nährwert verändert werden. KRZEMIENIESWSKI weist darauf hin, daß bei der Behandlung der Humate mit kochender Salzsäure Stickstoff in Lösung gebracht wird, und der Autor konnte „wirklich ein gewisses Abhängigkeitsverhältnis zwischen der Stickstoffzunahme in den Kulturen und der durch Hydrolyse aus den Humaten abspaltbaren Stickstoffmenge" konstatieren. Bei den Humaten aus Torf konnte aber dieses Abhängigkeitsverhältnis nicht konstatiert werden, obwohl in die salzsaure Lösung viel Stickstoff überging.

Weiterhin glaubt KRZEMIENIESWSKI dem Humusstickstoff nicht eine eigentlich ernährende Wirkung zusprechen zu dürfen, da ein diesbezüglicher Versuch keinen Verbrauch des Humusstickstoffes aus der Lösung zeigen konnte. So wird also zwar von den Autoren (KRZEMIENIESWSKI, LÖHNIS, HEINZE u. a.) durchweg eine chemische Wirkung des Humus auf die Stickstoffbindung beobachtet, die sich letzten Endes auf die Gegenwart gewisser in kochender Salzsäure löslicher Stickstoffverbindungen zurückführen läßt, da diesen Körpern aber, die offenbar den Eiweißstoffen sehr nahe stehen, als direkte Nährstoffe keine Bedeutung zukommt, so dürfte meiner Annahme nichts im Wege stehen, ihnen nur eine bei der Bildung der hypothetischen stickstoffbindenden Enzyme synthetischer Natur unterstützende („katalytische") Bedeutung zuzuweisen. Meine Hypothese würde dann eine wesentliche Stütze erhalten, wenn es gelänge, ebenso wie durch das BUCHNER'sche Verfahren zur Gewinnung der Hefenenzyme, auch aus Stickstoffbakterien Enzyme freizumachen[1]), und mit diesen die Luftstickstoffbindung durchzuführen. Damit würde auch das Problem der Eiweißsynthese in der Natur seiner Lösung nähergeführt.

---

1) STOKLASA (a. a. O. S. 498) beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von *Azotobakter*preßsaft, welcher Glukose in Gärung zu setzen vermag.

Die von der K. Teichwirtschaftl. Versuchsstation Wielenbach unter Prof. BRUNO HOFER's Leitung begonnenen Versuche konnten bisher vertieften Einblick geben in die Bodeneigenschaften, welche der Stickstoffbindung günstig sind. Es zeigte sich, daß, wie auch CHRISTENSEN neuerdings erkannte (Studien über den Einfluß der Bodenbeschaffenheit auf das Bakterienleben und den Stoffumsatz im Erdboden — Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 43. Bd. 1915 S. 1 ff.), Basizität eines Bodens noch keineswegs stickstoffbindende Kraft gewährleistet. Ferner konnte ich konstatieren, daß diese durch Humusgehalt bei Basizität ebenfalls noch nicht in allen Fällen eintritt.

Die in folgender Tabelle aufgeführten Versuche nach dem von REMY ausgearbeiteten, von LÖHNIS vervollkommneten Verfahren der Impfung von 10 g Boden in 1 % Dextroselösung sind von mir in Hinsicht auf bakteriologische Probleme nach mancher Richtung hin modifiziert durchgeführt worden. Die hier einschlägigen Resultate sind aber dadurch nicht berührt worden. Die Versuchsdauer war, wenn nichts anderes bemerkt wurde, jedesmal 3 Wochen, bei Verwendung von 100 ccm Flüssigkeit.

Die Versuche mit 1 % Rohrzuckerbodenextraktlösung wurden deshalb angesetzt, weil in diesen Lösungen mit Reinkulturen von *Bac. asterosporus* (A. M. et. BRED.) sehr deutliche N-Gewinne erzielt werden konnten. Diese Kulturen wurden teils aus Wielenbacher Boden nach einmaligem Sterilisieren von Bodenextrakten auf Bodenextraktagar erhalten, teils in einer Reinkultur durch das Bakteriologische Institut von Král in Wien bezogen. Der *Bac. asterosporus* versetzt Bodenextraktlösungen mit Zuckerzusatz regelmäßig in starke Gärung. Da nun ebenso regelmäßig gleichartige Gärungen bei Teichbodenimpfungen in Zuckerbodenextraktlösungen eintraten, so wurde von uns vermutet, daß *Bac. asterosporus* ein in Teichböden allgemein verbreiteter Organismus sei. Dies ist aber, wie wir aus den mikroskopischen Prüfungen der Aussaaten auf Bodenagarplatten ersahen, nicht der Fall. Es tritt zwar immer Gärung ein. In seltenen Fällen aber eine so starke Stickstoffbindung, wie wir sie beim *Bac. asterosporus* kennen (vgl. G. BREDEMANN, Ber. d. deutsch. botan. Ges. Bd. XXV 1a 1908 S. 362 und Oes. Centralbl. f. Bakt. II. Abt. XXII. Bd. 1908—1909 S. 44). In der letztgenannten Arbeit über „Untersuchungen über die Variation und das Stickstoffbindungsvermögen des *Bac. asterosporus* A. M., ausgeführt an 27 Stämmen verschiedener Herkunft, hat BREDEMANN beim *Bacillus asterosporus* Stickstoffgewinne bis 3,0 mg N auf 1 g verbrauchten Zuckers gefunden (a. a. O. S. 83).

Herkunft der Bodenursprung	Gesamtstickstoff in mg			Kohlensaurer Kalk	Humusgehalt	Bemerkungen
A. Böden der Versuchsteiche der K. Bayr. Teichwirtsch. Versuchsst. Wielenbach	in 10 gr lufttrockenem Boden	Gefunden in 3 Wochen	N-Gewinn im Mittel	Mittel der nebeneinanderliegenden Teiche	Mittel der nebeneinanderliegenden Teiche	Benotung d. Organismenreichtums der Teiche % P_2O_5 im Boden im Jahre 1915
Unged. Teich 72	45,00	a) 49,50 b) 48,97	+ 4 28	1912 7,7 1914 19,6	1912 19,3 1914 9,4	a) 0,157 % b) 0,158 % — Reich an grünen Pflanzen u. Tieren hh
„ „ 89	49.20	a) 55,60 b) 52,10	+ 4,65	„	„	a) 0,149 % b) 0,149 %
„ „ 97	53,80	a) 55,70 b) 55,50	+ 1.80	1914 18,8	1914 9,3 (1915 14,3)	a) 0,181 % b) 0,132 % — m
Ged. Teich 74	47,75	a) 50,58 b) 51,10	+ 3,09	1912 7,7 1914 19,6	1912 19 3 1914 9,4	a) 0,171 % b) 0,170 % — reich an grünen Pflanzen u. Tieren hh
„ „ 73	62,30	a) 64,80 b) 64,00	+ 2,10	„	„	a) 0,208 % b) 0,206 %
„ „ 90	65,66	a) 69,23 b) 70,56	+ 4,24	„	„ (1915 15,3)	a) 0,236 % b) 0,238 %
„ „ 92	70.98	a) 77,98 b) 75,04	+ 5,53	„	„ (1915 14,9)	a) 0.203 % b) 0,206 %
B. Verschiedene Böden von 1916						
1. Schwaltener Teich bei Seeg im Allgäu	27,44	a) 32,87 b) 28,77	+ 1,99	stark karbonathaltiger Mergel	schwach humos	m 0,0725 % P_2O_5
2. Altteich von Weißig in Sachsen	62,23	a) 63,98 b) 62,23	+ 1,44	Nur Spuren von Kalk	stark fettig humoser Boden	h faulte nach 4 Wochen nicht aus
3. Großteich von Weißig in Sachsen	98,86	a) 98,14 b) 98,35	kein N-Gewinn	Spur sauer auf Lackmus	„	h faulte nach 4 Wochen aus
4. Langerweiher bei Landau a. Isar	25,55	a) 31,5 b) 33,0	+ 6,72	stark karbonathaltiger Mergel	schwach humos	
5. Pechteich bei Marienwerder	240,0	238	kein N-Gewinn	stark karbonathaltig	typisches Wiesenmoor	ss
6 Kleineselweiher Teublitz i. Oberpf.	137,9	a) 136,4 b) 135,1	„	kein Kalkkarbonat nachweisbar	sandiger Humusboden	s
7. Großeselweiher Teublitz i. Oberpf.	33,1	a) 33,25 b) 32,31	+ 0,48	Spuren von Kalkkarbonat	schwach humoser Boden	s 0,102 % P_2O_5 1912 kalkreich
8. Altenstadt a. Iller (Unterer Teich)	61,1	a) 62,5 b) 61,8	+ 0,96	teilw. sauer, teilw. Spuren von Kalk	mooriger Sand	s 0,171 % P_2O_5
9. Beilngries i. Oberpf.	224,0	a) 222,9 b) 221,2	kein N-Gewinn	stark karbonathaltig	typisches Wiesenmoor	s 0,259 % P_3O_5

II. Weiterhin wurde versucht, die Effekte der Stickstoffbiudung zu erhöhen durch Zugabe von 2 % Dextroselösung + 0,05 % Monokaliumphosphat + 0,5 g $CaCO_3$ auf das Versuchskölbchen gegeben, zu Impfungen von 5 bzw. 10 g Boden.

Herkunft der Bodenimpfung	Gesamtstickstoffmenge in mg			Kohlensaurer Kalk	Humusgehalt	Bemerkungen
10 gr Boden	in 10 gr lufttrockenem Boden	Gefunden in 3 Wochen	N-Gewinn im Mittel			Benotung des Organismenreichtums
1. Wielenbach Mergelteichboden 1912	49,10	a) 50,82 b) 50,05	+ 1,83	20,9 %	Spuren	m 0,144 % P_2O_5
2. Großer Teich in Altenburg 5 gr Boden	24,17	a) 32,13 b) 32,72	auf 10 gr ber. + 8,25 bei 5 gr gef. + 4,13	sehr kalkreicher Boden	typischer feiner schwarzer Teichschlamm	Das Wasser ist sehr reich an Stickstoffverb. und Organismen hh
3. Wolfsee im Hienheimer Forst	82,62	a) 34,23 b) 35,21	+ 2,10	teilweise stark sauer, teilweise schwach karbonathaltig	humusarmer entkalkter Jurakalkboden	m artenarm! feinsandige Lehmböden (3. und 4.)
4. Steinach i. Niederb. Teich I	15,2	a) 17,36 b) 17,36	+ 2,16	deutlich saurer Boden	schwach humushaltig	
5. Dienstwiese Rietschen/Lausitz	54,24	a) 59,01 b) 55,12	+ 2,83	teilweise Spur sauer teilweise Spur kalkhaltig	schwach humushaltiger Tonboden	m
6. Volkach a. Main Neuersee	18,5	a) 28,8 b) 24,57	+ 5,60	sehr kalkreicher Boden	schwach humoser Mergelboden	hh
7. Altteich Weißig i. Sachsen 5 gr Boden	62,23	a) 65,94 b) 64,61	auf 10 gr ber. + 3,04 bei 5 gr gef. + 1,52	nur Spuren von Kalk	stark fettig humoser Boden	h
8. Pechteich Marienwerder	240,0	a) 243,76 b) 243,88	auf 10 gr ber. + 3,82 bei 5 gr gef + 1,91	stark karbonathaltig	typisches Wiesenmoor	ss

III. Versuche in 1 % Rohrzuckerbodenextraktlösung + 1 g Kalk + 0,25 ‰ KH_2PO_4:

Herkunft der Bodenimpfung	Gesamtstickstoffmenge in mg			Kohlensaurer Kalk	Humusgehalt	Bemerkungen
10 gr Boden	in 10 gr lufttrockenem Boden	Gefunden in 3 Wochen	N-Gewinn im Mittel			Benotung des Organismenreichtums
1. Schweritener Teich bei Seeg i. Allgäu	27,44	a) 32,90 b) 32,18	+ 0,89[1])	stark karbonathaltiger Mergel	schwach humos	m
2. Kleineselweiher Teublitz i. Oberpf.	137,9	a) 145 b) 142	+ 1,43[1])	kein Kalkkarbonat nachweisbar	sandiger Humusboden	s
3. Großeselweiher 1915 Teublitz i. Oberpf.	33,1	a) 36,8 b) 40,4	+ 1,27[1])	Spuren von Kalkkarbonat	schwach humoser Boden	s 1912 kalkreich
4. Altenstadt a. Iller (Unterer Teich)	61,1	a) 67,06 b) 65,81	+ 0,87	teilweise sauer teilweise Spuren von Kalkkarbonat	mooriger Sand	s
5. Trachenberg i. Schlesien Sprittokteich	19,22	a) 22,86 b) 23,20	kein N-Gewinn	kein oder nur Spuren von Karbonat nachweisbar	humusarmer Sandboden	ss
6. Schwarzenbach i. Oberpf.	26,50	a) 28,56 b) 29,92	„	sauer auf Lackmus	sandiges Hochmoor	ss
7. Beilngries i. Oberpf.	224,0	a) 231,1 b) 226,8	+ 1,03	stark karbonathaltig	typisches Wiesenmoor	m
8. Wielenbach T. 92	70,98	88,83	+ 13,68	„ „	humusreicher Mergel	

1) Nach Abzug von 4,22 mgN aus 100 ccm Bodenextraktlösung.

Ich erhielt in der oben beschriebenen Rohrzuckerbodenextraktlösung durch Reinkulturen von *Bac. asterosporus* folgende N-Gewinne in mg auf 1 g Rohrzucker:

Herkunft der Kultur	Versuchsdauer	Gefundener Gesamt-N		N-Gewinn
1. Wielenbacher Teichboden	28. III.—2. V.	5,18		0,96
2. "	"	5,75		1,52
3. "	21. III.—9. V.	6,13		1,91
4. von Král bezogen regeneriert auf Bodenagar	10. III.—2. V.	5,68		1,46
5. " "	"	5,18		0,96
6. Steril		4,20	Mittel 4,22	
7. "		4,03		
8. "		4,81		
9. "		4,10		
10. "		4,81		
11. "		4,34		

Der *Bac. asterosporus* ist also, wie auch aus meinen Versuchen hervorgeht, ein N-bindender Saprophyt, dessen Auftreten bei den Kölbchenversuchen erwartet werden konnte. Durch Aussaat aus diesen in den obigen Tabellen angeführten Kulturen auf Bodenextraktagar gelang es mir aber niemals, den *Bac. asterosporus* in anderen Böden als im Wielenbacher Teichboden zu finden. Auch BREDEMANN (*Bac. amylobacter* A. M. et Bredemann, Centralbl. f. Bakt. II 23. Bd. 1909 S. 400) konnte zwar den *Bac. amylobacter* in zwei untersuchten Teichböden, nicht aber den *Bac. asterosporus* finden. *Bac. asterosporus* ist also in Teichböden zum mindesten kein massenhaft und allgemein verbreiteter Organismus. Die gleiche Beobachtung konnte ich früher schon für den *Azotobakter chroococcum* machen (Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 46. Bd. 1916 S. 306), der ebenfalls in Teichböden nur vereinzelt gefunden und höchstens in den Anhäufungskulturen angereichert wird.

Auch die Effekte der Stickstoffbindung in den für die Tätigkeit von Saprophyten geeigneten Kulturen sind bei relativ wenigen Teichböden einwandfrei zu beobachten. In vielen Fällen liegt ein anscheinender Stickstoffgewinn durchaus innerhalb der Fehlergrenzen der Stickstoffanalyse, die bei Gesamtstickstoffbestimmungen bekanntlich bei Anwendung der besten Methoden auf etwa 1 % der gemessenen Größe festgesetzt sind. Wir haben also bei den drei oben angeführten Versuchsserien sicheren Stickstoffgewinn bei allen Wielenbacher Teichböden, ferner beim Schwaltener, Altteich, Langerweiher, Altenburger, Wolfsee, Steinacher, Rietschener (?), Volkacher Teichboden.

Die Gründe, warum diese Böden Stickstoff sammeln, also in :ophytischer Kultur arbeitende Stickstoffbakterien enthalten, nten bisher in exakten experimentellen Zahlen nicht klar zur arstellung gebracht werden. Im allgemeinen kann man sagen, iß Kalkkarbonat führenden Mineralböden diese Eigenschaft zu- mmt, während sie den sehr kalkreichen Wiesenmeorböden nach n Analysenergebnissen fehlt. Der Humusgehalt eines Bodens ist, lbst wenn dieser absorptiv gesättigt ist, ebenfalls keine Gewähr, ıß im Boden Stickstoffbindung durch Saprophyten stattfindet. agegen besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Produktions- higkeit eines Teiches und der stickstoffbindenden Kraft der Böden, e ich dies im Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 46. Bd. 1916 S. 317 bereits r die Wielenbacher Teichböden zeigen konnte.

Die Fähigkeit eines Bodens, Protoplasma zu produzieren, ist also, was seine stickstoffbindende Kraft gewährleistet und umge- hrt. Extrahierbare organische Stoffe, wie sie in den wäßrigen odenlösungen enthalten sind, haben, wie auch KRZEMIENIESWSKI . a. O. S. 163 Versuch VI) nachwies, für die Hebung der Stickstoff- ndung geringeren Einfluß als die nicht wasserlöslichen organischen odenanteile.

Nachdem wir nun bei diesen von Prof. HOFER angeregten Ver- chen erkannt haben, daß die wirksamen Bodenbestandteile offen- ar Stickstoffverbindungen organischer Natur sind (vgl. S. 2 ff.), üssen wir diese Stickstoffverbindungen wohl eher bei den hoch- olekularem Eiweiß ähnlichen Körpern suchen, als bei den organischen ickstoffverbindungen, die niederes Molekulargewicht und Wasser- slichkeit besitzen. Eiweißkörper aber produziert in erster Linie e Pflanze auf synthetischem Wege und weiterhin auch das Tier s der Pflanzennahrung. Alle Beobachtungen führen somit dahin, e im Teiche produzierte gesamte Protoplasmamasse quantitativ fassen und in Parallele zur Stickstoffbindung zu setzen. Dies be ich in den Tabellen (siehe S. 427 ff.) durch eine Benotung versucht. ı bedeutet eine sehr reiche assimilierende Organismenwelt im iche, h eine reiche, m eine mittelmäßige, s eine geringe und ss eine hr geringe. Eine derartige Benotung ist natürlich immer mit illkürlichkeiten behaftet und es muß für die Zukunft angestrebt rden, einen exakteren Ausdruck des durch Assimilanten gebildeten otoplasmas zu gewinnen, etwa durch quantitative Chlorophyll- bestimmung nach Extraktion der Böden und Abdampfrückstände der Teichwässer mit organischen Lösungsmitteln.

Aus diesen Protoplasmamassen entsteht schließlich auf kalk- haltigen Böden schon in den ersten Stadien der Dissimilation jene

Humusform, die wir als „milden" Humus bezeichnen, aber chemisch noch nicht genau definieren können. Das Vorhandensein von mildem Humus im Boden ist aber eine sichere Gewähr für seine stickstoffbindende Kraft. Teichböden, bei denen Karbonatgehalt und Organismenreichtum, also die Fähigkeit zur milden Humusbildung, zusammenfallen, sind alle Wielenbacher Böden, mit Ausnahme des Mergelteichbodens.

Sehr gering ist auch die milde Humusschicht im Teiche 97, wie auch bei der geologisch-bodenkundlichen Aufnahme des Wielenbacher Versuchsfeldes durch den K. Geologen Dr. KOEHNE festgestellt wurde. Großen Karbonatgehalt und geringe milde Humusbildung zeigen auch der Schwaltener, Großeselweiher, Altenstadter, Hienheimer Wald, Steinacher und Rietschener Teichboden. Damit zusammen hängt geringe, aber meist gut nachweisbare Stickstoffbindung. Geringen Karbonatgehalt, aber viel milden Humus hat der Weißiger Altteichboden. Hinsichtlich des Kalkgehalts und der Masse an mildem Humus werden die Wielenbacher Böden noch übertroffen von dem Volkacher und Altenburger Teichboden. Auch der Langerweiherboden ist sehr kalkreich, jedoch ist über seine Fähigkeit zur Bildung von mildem Humus mir nichts Näheres bekannt geworden, zumal dieser Teich bisher noch keiner sachgemäßen Düngung unterzogen wurde. Ein Urteil, ob der Teich zur Bildung von mildem Humus neigt und demgemäß produktionskräftig ist, kann natürlich nur dann gewonnen werden, wenn der Teich längere Zeit melioriert worden ist.

Daß bei solchen Meliorierungen die Düngung mit Phosphaten eine große Rolle spielt und die Phosphatwirkung sich auch in einer Erhöhung der stickstoffbindenden Kraft der Böden geltend macht, ist an anserer Stelle eingehend zuerst durch BRUNO HOFER dargelegt worden. (Vgl BRUNO HOFER, Teichdüngungsversuche, Allgemeine Fischereiztg. 1916 Nr. 5, 7, 8 und insbesondere 12),; HERM. FISCHER, 1. Beitrag zur Ernährungsphysiologie der Wasserpflanzen, Archiv f. Hydrobiologie und Planktonkunde 1915; 2. Ueber qualitative und quantitative Leistungen stickstoffsammelnder Bakterien im Wasser und im Boden unter Wasserbedeckung) Vorläufige Mitt., Centralbl. f. Bakt. a. a. O.). Wir wissen aus agrikulturchemischen Arbeiten, daß die Phosphatdüngung die Eiweißbildung der Pflanzen befördert, und daß die Wirkung dieser Düngung besonders in der Entwicklung stark eiweißreicher Samen, wie diese den Leguminosen eigen sind, zum Ausdruck kommt. Wir können hierin vielleicht einen Hinweis finden, daß die für die Stickstoffbindung wich-

tigen hochmolekularen Eiweißkörper in der Gruppe der Nukleine und deren Abbauprodukte zu suchen sind [1])

Die Bedeutung der Assimilationsprodukte grüner Pflanzen für energische Stickstoffbindung ist aber auch noch auf einem anderen Wege erkannt worden. Die Beobachtung, daß grüne Pflanzen an der Stickstoffbindung beteiligt sind, auch wenn sie nicht wie die Leguminosen, *Alnus*arten und verschiedene Ordnungen tropischer Pflanzen in Knöllchen und gallenartigen Anschwellungen Bakterien enthalten, welche Luftstickstoff binden, war bereits von älteren Forschern wie FRANK, SCHLÖSING und LAURENT, BOUILHAC u. a. gemacht worden (vgl. diesbezügliche Literaturzusammenstellung in LÖHNIS Handbuch der landw. Bakteriologie S. 678 ff.). Sobald aber die fortschreitende Technik der Kultur von Mikroorganismen dieses Problem der Stickstoffbindung der grünen Pflanzen in den Bereich ihrer Forschungen zog, wurde die Zahl der ehemals als stickstoffbindend angesehenen assimilierenden grünen Pflanzen immer kleiner. Reinkulturen derselben konnten in allen Fällen einwandfreier Versuchsanstellung keine Stickstoffbindung zeigen und bei jenen in der Literatur verstreuten Einzelfällen, wo dies heute noch für gewisse Algen und höhere Pflanzen behauptet wird, müßte erst der Beweis einwandfreier Technik erbracht werden.

Die Schwierigkeit, höhere Pflanzen von kleinsten, stickstoffsammelnden Stäbchenbakterien zu trennen, ist oft geradezu unüberwindlich. Sie können auf gewissen Nährböden so zurückgedrängt werden, daß sie selbst bei mikroskopischer Betrachtung nicht mehr in Erscheinung treten. Erst bei Uebertragung der anscheinend rein gezüchteten höheren Pflanze auf einen den Bakterien zusagenden Nährboden, kommt die Verunreinigung wieder zur Erscheinung.

Es ist also, um die Stickstoffbindung einer höheren Pflanze und weiterhin ihre Bedeutung für die Stickstoffbindung der Bakterien exakt zu prüfen, unbedingt eine auf den verschiedensten für Bakterien günstigen Nährböden geprüfte Reinkultur als Ausgangsmaterial notwendig.

OSWALD RICHTER (Sitzungsber d. kaiserl. Akad. d. Wissensch. in Wien, Math. naturw. Kl. Bd. CXV Abt. I Jan. 1906 S. 52) empfiehlt zur Herstellung von bakterienfreien Reinkulturen autotropher grüner Pflanzen, insbesondere von Einzellalgen, einen gewässerten Agar

1) Nach STOKLASA (a. a. O. S. 497) nimmt der Phosphor hauptsächlich an der Konstitution der Nukleoproteide, Phytine und Lezithine teil. Nach seinen Untersuchungen fallen von der Gesamtphosphormenge bei Bakterien 60—80 % auf Nukleoproteide.

mit Mineralsalzzusätzen, der für die Reinzucht nach RICHTER wahrhaft ideale Dienste leistet. Ich habe diesen RICHTER'schen Mineralagar zur Erzielung von Anhäufungskulturen von Einzellalgen und einigen Fadenalgen auch mit Erfolg benutzt. Für die Gewinnung von bakterienfreien Reinkulturen scheint mir aber das genannte Verfahren nicht genügende Sicherheiten zu bieten. Ich hatte deshalb anfangs eine Modifikation versucht, über die ich in den Kryptogamischen Forschungen der K. Bayer. Botanischen Gesellschaft 1916 Nr. 1 S. 28 veröffentlicht habe. Danach würden solche durch wiederholte Aussaat nach mikroskopischer Kontrolle von ansitzenden Bakterienkolonien befreiten Algenkolonien in möglichst zahlreiche Reagenzröhrchen mit Molischlösung (Sitzungsber. der K. Akad. d. Wissensch. in Wien, Math. naturw. Kl. Bd. CV I. Abt. 1896) zu impfen sein. Der Lösung sind einige Gramm Rohrzucker und etwas Pepton im Liter zugesetzt. Neuerdings verfuhr ich zur Herstellung einer Chlamydomonadenreinkultur so, daß ich aus den Algen Anhäufungskulturen in dreifacher Verdünnung (1. Verdünnung eine Oese, 2. Verdünnung zwei Oesen, 3. Verdünnung fünf Oesen) Aussaaten auf Bodenextrakt-Dextrose-Salpeteragar anlegte. Sowohl die Algen als die ihnen hartnäckig anhaftenden Stickstoffsammler aus der Pneumoniegruppe kommen auf diesen Nährböden recht gut fort und können besser getrennt werden als auf den farblosen Agarböden. Bei der Isolierung der aus einer anscheinenden Reinkultur auf Mineralagar abgestochenen *Chlamydomonas* gelang es erst in der dritten Verdünnung, unter zahlreichen Bakterienkolonien zwei Algenkulturen zu finden, deren Umgebung sich dauernd so bakterienfrei erwies, daß eine Abimpfung mit der Platiniridiumnadel auf verschiedene Nährböden gewagt werden konnte. Es zeigte sich bei solchen Experimenten sowohl bei *Chlamydomonas* (*tingens* nach alter Nomenklatur) wie bei *Chlorogonium infusionum*, daß diese Algen sehr wohl auf den verschiedensten Bakteriennährböden wachsen, wenn eben die Konkurrenz der Bakterien fehlt. Das Wachstum beider Formen auf gewöhnlicher Gelatine war mir eine besonders überzeugende Probe der Bakterienfreiheit der von nun an zu weiteren Experimenten verwendeten Kulturen.

Nachdem zur Herstellung von synthetischen Algen-Stickstoffbakterienkulturen die absolute Reinkultur der als „Amme" für die Bakterien gedachten *Chlamydomonas* geglückt war, ergab sich die weitere Schwierigkeit, jeweils solche Bakterien zur Hand zu haben, die mit den Algen in mineralischer Nährlösung im Sonnenlicht kräftig zusammenwachsen und weiterhin unter solchen Verhälthältnissen auch wirklich ihre stickstoffbindende Kraft bewahren.

ß solche Bakterien existieren, ist seit BERTHELOTs und HELL-EGEL's ersten Beobachtungen wiederholt von verschiedenen rschern festgestellt worden (vgl. LÖHNIS Handbuch a. a. O. 678). Ich selbst habe diese Formen, die zu den Kurzstäbchen hören, lange Zeit in Rohkulturen in mineralischer Nährlösung züchtet und gefunden, daß durch das Zusammenwirken von Algen d Bakterien auch in fast stickstoff- und kohlehydratfreien minerali-ien Nährlösungen[1]) sehr ansehnliche Stickstoffgewinne (bis 78 mg Gewinn auf den Liter) erzielt werden können. Ich möchte diese rschiedenen mit Rohkulturen durchgeführten Experimente hier ht nochmals eingehend schildern und deshalb nur kurz auf meine reits angeführten Veröffentlichungen im Archiv für Hydrobiologie 15 und im Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 1916, hinweisen, in denen Stickstoffbindungsversuche mit Algen-Bakterienrohkulturen näher schildert sind.

Für das hier aufgeworfene Problem der Stickstoffbindung konnte ...r die aus Algen- und Stickstoffbakterienreinkulturen gewonnene Synthese tieferen Aufschluß ergeben. Nach Isolierung der *Chlamydomonas* wurden solche Kulturen am 2. August 1916 in folgender Nährlösung angesetzt:

Serie A: 22 × 200 μ in Erlenmayerkölbchen zu 300 μ Lösung: 0,5 g KNO_3 5,0 g K_2HPO_4, 1,0 g $MgSO_4$ 1,0 g $CaSO_4$, 0,5 g NaCl, Spur $FeCl_3$ auf 5 l destilliertem Wasser.

Serie B: 12 × 200 μ in Kölbchen zu 300 μ Lösung: 5,0 g KNO_3 usw. wie Serie A.

Jedes Kölbchen erhielt 0,2 g $CaCO_3$.

Nach einem Monat waren alle Kölbchen ergrünt, jedoch nicht ganz gleichmäßig. Es machte sich hier ein Einfluß der Stellung zum Licht, nicht aber ein Einfluß der verschieden starken Salpetergaben geltend. Eine Probe auf Bakterienfreiheit ergab in allen untersuchten Fällen völlige Bakterienfreiheit, nur eine Probe erwies sich als infiziert, was sich schon makroskopisch durch die diffuse Trübung der Lösung verriet. Diese Kultur wurde weiterhin als „infiziert" fortgeführt. Am 16. Oktober war durch häufigen Stellungswechsel der Algenkulturen ein Ausgleich und zugleich ein Maximum des Wachstums zu konstatieren. Die Chlamydomonaden befinden sich in diesen salpeterhaltigen mineralischen Nährlösungen fast durchweg im *Palmella*stadium, vermehren sich also vegetativ. Nur vereinzelt treten Schwärmer mit zwei Cilien auf, die in organischen Nährflüssigkeiten

1) Hergestellt aus Münchener Leitungswasser mit absolut chemisch reinen Salzen.

überwiegen. Aehnliche Beobachtungen wurden auch von G. KLEBS (Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896) gemacht und auf die Begünstigung der vegetativen Vermehrung durch reine mineralische stickstoffhaltige Nährlösungen zurückgeführt.

Synthese der Chlamydomonaden-Bakterienkulturen.

Am 9. Oktober wurden die voraus beschriebenen Chlamydomonadenkulturen mit folgenden Bakterienstämmen beimpft:

1. *Azotobakter chroococcum* Beij. aus Petersburger Erde, von Král bezogen, auf stickstoffbindende Kraft in 2 % Mannitboden extraktlos geprüft (2,3—6,6 mg N Gewinn pro 100 ccm in 3 Wochen);
2. *Bac. asterosporus* (Haregoff et Bred.), von Král bezogen, auf stickstoffbindende Kraft in 1 % Rohrzuckerbodenextraktlösung geprüft (siehe S. 426);
3. *Bact. lactis aerogenes* (Escherich), von Král bezogen, durch starke Gasbildung auf kohlehydrathaltigen Nährboden und schwache Säurebildung von dem gleichfalls von Král bezogenen *Bac.* (?) *lactis acidi* (Leichmann) Henneberg — *Streptococcus Güntheri*, der wenig Gas und viel Säure bildet, nach eigener Kontrolle typisch verschieden;
4. Bakterien aus der *Aerobakter*-Gruppe (Beij.), sämtlich unbewegliche Formeu:
   a) Auf Bodenextraktagar kräftig wachsender, auf Gelatine nur im Stichkanal sich entwickelnder, stets in bleibend rein weißen Auflagerungen erscheinender Stamm, wiederholt aus stickstoffsammelnden Algen-Bakterienrohkulturen rein gezüchtet.
   b) Auf Bodenextraktagar mäßig wachsender, auf Gelatine auch oberflächlich kräftig wachsender Stamm, der auf Agarnährböden in allmählich sich bräunenden Auflagerungen auftritt und die Gelatine nach einiger Zeit oberflächlich braun färbt. Dieser Stamm besitzt alle charakteristischen Merkmale des *Bact. pneumoniae* (Friedländer) und wurde aus Wielenbacher Teichboden wiederholt reingezüchtet,
   c) auf Bodenextraktagar mäßig wachsender, auf Gelatine sich ebenso entwickelnder Stamm wie 4 b, der in Gelatinestichkultur Gasblasen, aber keinen braunen Farbstoff bildet. Dieser Stamm besitzt alle charakteristischen Merkmale des von LÖHNIS (Centralbl. f. Bakt. II. Abt.

14. Bd. 1905 S. 590) als stickstoffsammelnde *Bact. pneumoniae* beschriebenen Bakteriums der *Aerobakter*-Gruppe. Reinzucht wie 4 b.

d) Ein auf allen Nährböden schwach und uncharakteristisch wachsender Stamm, der aus der S. 435 erwähnten infizierten Kultur isoliert wurde.

e) *Bact. Furcosum* (Lehm. et Neum.). Auf Bodenextraktagar mäßig, anfangs kräftig wachsender, auf Gelatine auch oberflächlich kräftig wachsender, in gelben Auflagerungen erscheinender Stamm. Wurde wiederholt aus Wielenbacher Teichboden und stickstoffsammelnden Algenbakterienrohkulturen reingezüchtet und besitzt alle Eigenschaften des bei LEHMANN und NEUMANN, Grundriß der Bakteriologie S. 354, beschriebenen *Bact. furcosum*. Allerdings fehlt, wie dies auch LÖHNIS für seine stickstoffsammelnden Stämme von *Bact. furcosum* angibt (a. a. O. S. 600) die Gelatineverflüssigung.

5. Bakterien aus der *Radiobakter*-Gruppe (Beij.), sämtlich bewegliche Formen.

Während die Formen aus der *Aerobakter* Gruppe durchweg der lebhaften Eigenbewegung (Schwärmerbildung!) entbehren und auf den Agarnährböden in erhabenen, meist glänzend fettigen und dichten, scharf begrenzten Auflagerungen erscheinen, wurden bei Bakterienzählungen aus Wielenbacher Teichwasser und -boden eine zweite Gruppe von Bakterienkolonien sehr häufig und regelmäßig beobachtet, die in dünnen bläulichen, lappig ausgezogenen Häutchen auf den stickstoffarmen Nährböden erscheinen. Die bläulich irisierenden Farben dieser Kolonien rühren von der Alkalibildung derselben her und damit zusammen hängt eine stets beobachtete Verflüssigung der Gelatinenährböden. Solche Kolonien hat auch bereits LÖHNIS (a. a. O. S. 584) beobachtet und als *Bact. fluorescens* in einem Falle und *Bact. prodigiosum* in zwei Fällen isoliert. Von letzteren Bakterien konnte er Stickstoffbindung nachweisen.

Wir können also die als bläuliche Häutchen auftretenden Kolonien nach den Wielenbacher Beobachtungen (siehe HOFER, Allgem. Fischereiztg. 1916 Nr. 9) sehr wohl als verflüssigende Formen von den nicht verflüssigenden Aerobakterstämmen unterscheiden. Nur darüber konnte ich bis jetzt keine Klarheit gewinnen, ob *Bact. Radiobakter* nicht besser in die Fluorescentengruppe als in die Pneumoniegruppe zu stellen ist. Das Auftreten von, wenn auch sehr kleinen, doch meist deutlich schlanken und oft gekrümmten Stäbchen bei

schwach angedeuteter Gallertkapsel, die Verflüssigung der Gelatine, das Wachstum auf Kartoffel in glänzenden, sich allmählich bräunenden Auflagerungen, würde darauf hindeuten. Ueberimpfungen der *Radiobakter*stämme auf Fischagar nach FEHLMANN (Centralbl. f. Bakt. I 70. Bd. 1913 S 384) gaben dafür einen überraschenden Anhaltspunkt. Während gleichzeitige Abimpfungen auf Gelatine nicht fluoreszierten, zeigten die Ausstriche auf Fischagar bei allen vier Stämmen kräftiges Wachstum und lebhafte Fluoreszenz. Ob die verflüssigenden *Radiobakter*stämme weiterhin in die Pneumoniegruppe eingereiht werden dürfen oder ob sie nicht besser nahe zu dem als Wasserbakterium bekannten *Bact. punctatum* gestellt werden, mit dem sie eine überraschende Aehnlichkeit der Kolonieentwicklung auf Gelatineplatten gemeinsam haben, muß noch weiteren Untersuchungen überlassen bleiben. Die Diagnostizierung meiner stets verflüssigenden *Radiobakter*stämme aus Wielenbacher Wasser und Boden geschah durch Abimpfung der oben beschriebenen Kolonien von Mannit oder Dextroseagar auf Gelatine (Gelatinestich) und in Kunzelösung (Gärröhrchen!). Ein älterer Stamm (A) konnte in seinen physiologischen Eigenschaften, von denen Stickstoffbindung und Denitrifikation besonders eingehend studiert wurde, durch Weiterimpfung auf Gelatine oder Kartoffeln in seinem Wachstum und seiner Wirksamkeit erhalten werden. BEIJERINCK rühmt für diesen Zweck besonders die Fleischgelatine (Centralbl. f. Bakt. 9. Bd. 1902), was sich also durch meine Beobachtungen bestätigt. Im Sinne des hier erörterten Problems der Stickstoffbindung ist diese Erscheinung auch wohl begreiflich. Die stickstoffbindenden Bakterien gedeihen soweit ich bisher Beobachtungen machen konnte, sehr wohl auf Nährböden mit hochmolekularen Eiweißkörpern. Es ist ein Irrtum zu glauben, daß sie eiweißarme Kohlehydratnährböden bevorzugen und auf solchen in Reinkultur erscheinen. Deswegen ist ein Zählen von stickstoffsammelnden Bakterien auf stickstoffarmen Nährböden ein durchaus verfehltes Unternehmen. Wenn man dagegen die auf solchen Nährböden keimenden Bakterien als „Oligonitrophile" bezeichnet, so hat das eine gewisse Berechtigung, da die Entwicklung der Fäulnisbakterien und Schimmelpilze auf solchen Nährböden zurückgedrängt wird, und damit die Oligonitrophilen und Stickstoffsammler ungestörter und in einer für Isolierungszwecke geeigneten Weise vor sich geht.

Einen zweiten Stamm B fand ich unter acht Abimpfungen von anscheinend gleichartigen Kolonien. Eine von diesen Kolonien fluoreszierte schwach und verlor bereits auf der zweiten Gelatineabimpfung diese Eigenschaft. Sechs Kolonien wuchsen auf Gelatine gut unter Verflüssigung, in Kunzelösung mehr oder weniger gut ohne

Denitrifikation. Eine einzige Abimpfung denitrifizierte in Kunzelösung und zeigte sich auch sonst mit Stamm A identisch. In folgender Tabelle ist eine Diagnostik beider Stämme wiedergegeben (siehe Tabelle S. 440).

Durch Vergleich mit der *Aerobakter*gruppe ergeben sich manche typische Unterschiede zwischen *Radiobakter*- und *Aerobakter*gruppe. Dies äußert sich besonders in dem lebhaften Wachstum meiner *Radiobakter*stämme in Kunzelösung und in Algenbouillon. Dadurch erweist sich der Wielenbacher *Radiobakter* als dissimilierendes Bakterium, das aber unter bestimmten Lebensbedingungen assimilierende und stickstoffbindende Eigenschaften annehmen kann. Es gewinnt gerade diese Form für das hier erörterte Problem der Stickstoffbindung besonderes Interesse, so daß ich mich weiterhin vorwiegend an dieser Stelle mit den physiologischen Leistungen dieser merkwürdigen Bakterien befassen möchte.

Zuvor müssen aber die Angaben über die Gewinnung der Stickstoffbakterienalgensynthesen noch weiter vervollständigt werden.

Am 9. Oktober 1916 waren die lebhaft ergrünten Chlamydomonadenkulturen mit den auf Seite 437 angegebenen Bakterienformen beimpft worden und am 16. Oktober begannen die Prüfungen auf Vorhandensein und Massenvermehrung der geimpften Bakterien und deren Stickstoffbindung. Dabei konnten vier typische Gruppen ausgeschieden werden.

I. *Azotobakter chroococcum* und *Bac. asterosporus* konnte in keiner Kultur, weder bei mikroskopischer Betrachtung, noch durch Aussaat auf Dextrosebodenextraktagarplatten oder Algenagarplatten[1]) wiedergefunden werden. Die Impfungen waren abgestorben und die betreffenden Kulturen weiterhin steril geblieben, so daß sie als „ungeimpft" weitergeführt und verwendet werden konnten.

II. *Bact. lactis aerogenes* konnte sowohl durch mikroskopische Kontrolle wie durch Plattenaussaat als schwach entwickelt erkannt werden. Auffallend war, daß die wenigen Kolonien auf den Platten erst nach einer Woche erschienen. Stickstoffbindung konnte nicht nachgewiesen werden.

---

1) Die Herstellung des Algenagar erfolgte in der Weise, daß Fladen von Spirogyren und anderen Fadenalgen aus den Wielenbacher Versuchsteichen mit Münchner Nährlösung mit KNO_3 ausgekocht und daraus ohne weiteren Zusatz nach bekannter Vorschrift ein Agarnährboden hergestellt wurde. Ueber Herstellung der Münchener Nährlösung vergleiche bei L. Hiltner: Landwirtsch. Jahrbuch für Bayern 1913 Nr. 10. Nährböden ohne Zuckergehalt begünstigen besonders das Wachstum der Wielenbacher Radiobakterstämme, die Eiweißstoffe im Nährboden den Kohlehydraten entschieden vorziehen.

Diagnostik der in mineralischer Nährlösung zusammen *mit Chlamydomonas Stickstoff sammelnden* Radiobakterstämme.

	Stamm A, D	Stamm B, C	Aerobaktergruppe
1. Form u. Größe	wie bei LÖHNIS (a. a. O.) S. 590 beschrieben		wie bei LÖHNIS (a. a. O.) unter *B. peneumoniae*
2. Beweglichkeit	meist vorhanden, vereinzelte Schwärmer zeigen rasche Bewegungen		fehlt
3. Färbbarkeit	gramnegativ in allen Stämmen		wechselnd nach Gram
4. Sporenbildung	fehlt	fehlt	fehlt
5. Mannitagar	dünne bläulichweiße oft gelappte Auflagerungen, die bei Weiterimpfung immer schwächer werden		meist kräftige erhabene glasige bis käsigweiche schleimige Auflagerungen
6. Traubenzucker *Bodenextraktagarstisch*	„	„	noch besseres, sonst gleichartiges Wachstum wie auf Mannitagar
7. Bodenextraktagarstisch	kräftiges, wenn auch wenig ausgedehntes Wachstum (St. A)		
8. *Fleischgelatine*stich	schlauchförmige Verflüssigung anfangs schalenförmig		wechselnd starkes Wachstum ohne Verflüssigung
9. Rohrzucker-Kieselplatte	wie auf Mannitagar		wie auf Mannitagar
10. Kartoffel	erhabener glänzender schließlich sich flach ausbreitender u. lebhaft ockerbraun färbender Belag (A)	gelblichweißer später sich bräunender Belag (B)	wechselnd kräftiges Wachstum in erhabenen Auflagerungen
11. Milch	kräftiges Wachstum. Etwas peptonisierend. Ohne Fällung und Gasbildung. Schließlich feinflockige Abscheidung und schleimige Konsistenz		meist kein oder nur sehr schwaches Wachstum ohne Veränderung der Milch
12. Kunzelösung in Gärröhrchen	Wachstum kräftig. Meist nach 3 Tagen beginnende Denitrifikation. Schließlich bei 2 ccm Gasbildung. Nebenher viel Nitrit und Ammoniak		wechselndes, meist aber sehr schwaches Wachstum mit Nitrit, aber geringer Ammoniakbildung. (Unterscheidung von dem kräftig in Kunzelösung wachsenden Bact. coli)

	Stamm A, D	Stamm B, C	Aeterobaktergruppe
13. Algenbouillon .	kräftiges Oberflächenwachstum in dicken Häuten		schwaches Wachtum
14. Algenagar . .		kräftiges Wachstum in schleimigen bläulichen Auflagerungen	kräftiges Wachstum in dichten, erhabenen Belägen
15. Symbiosekulturen in mineralischer Nährlösung mit Chlamydomonas .	kräftiges Wachstum, doch mikroskopisch nur durch Trübungen in den Lösungen bemerkbar		meist kräftiges Wachstum
16. Wachstum bei 50facher Vergrößerung . .	aufliegende Kolonien gegen den Rand hin heller werdend, unscharf begrenzt, schwach granuliert, Tiefenkolonien bräunlich		immer scharf begrenzt und erhaben
17. Stickstoffbindung in Kartoffelwasser .	stark	schwach	nur bei einem Stamm (4d) nachgewiesen

III. Die *Aerobakter*-Gruppe konnte sowohl durch mikroskopische Kontrolle wie durch Plattenaussaat als sicher entwickelt erkannt werden in Gruppe 4 a, 4 d, 4 e. Für 4 a (siehe S. 436) konnte in allen sechs untersuchten Fällen kräftiges Wachstum und massenhafte Vermehrung nachgewiesen werden, ebenso für 4 e (*Bact. furcosum*) in allen fünf untersuchten Fällen. Bei letzterem Bakterium zeigte sich eine auffallende Abschwächung der Farbstoffbildung auf Algen- und Bodenextraktnährböden. Ueber die Stickstoffbindung fehlt noch völlige Klarheit.

IV. Die *Radiobakter*-Gruppe (Stamm A und B) wurde in allen vier durch mikroskopische Prüfung und Plattenaussaat nachgewiesenen Fällen sehr gut entwickelt und massenhaft vermehrt gefunden. Die Stickstoffbindung erwies sich in der Versuchsserie A bei 2,8 mg Salpeter-N schwach, in Versuchsserie B bei 28 mg Salpeter-N unter bestimmten Umständen als sehr stark (siehe Tabellen S. 442 ff.).

Ergebnisse der in mineralischer Nährlösung durchgeführten Synthesen von Bakterienreinkulturen mit Chlamydomonas (tingens).

Betrachten wir die Tabellen auf Seite 442 und 443, so finden wir, daß sowohl in Serie A mit 0,1 ‰ KNO_3, wie in Serie B mit 1 ‰ KNO_0 mit Ausnahme einiger durch Beimpfung von *B. Radiobakter*

Tabelle Serie A.

Die Zahlen geben mgr N an
2,8 mg N pro 200 ccm = 0,1 ‰ KNO_3lösung

Bakterien	Kulturdauer	Kultur	Stamm	N gefunden	bl. Best.	N nach Abzug der bl. Best.	N-Gewinn	NH_3 + Amid N	Nitrat + Nitrit N	Eiweiß-N	Qualitative Prüfungen auf: Nitrat	Nitrit	Ammoniak
1. *B. Aerobakter* 4 a aus Monadenkultur	9. IX.—29. I	Ab	4a	3,75	ca. 1,0	2,75	—	0,35	0,595	2,80			
2. *B. Aerobakter* 4 a aus Monadenkultur	„	Aa	4b	3,61	„	2,61	—	0,42	0,385	2,80			
3. *B. Aerobakter* 4 a aus Monadenkultur + *Azotobakter*	30. X. 9. IX.–14. II	Ab		3,81	„	2,80	—	0,35	0,385	3,08			
4. *Azotobakter. Chroococcum* (nicht gewachsen!)	9. IX.—16. X.	Aa		3,01	0,4	2,61	—					sehr stark	
5. *B. Aerobakter* 4 c (gasbildend)	9. IX.–29. XI.	Aa	4c	2,695	0,4	2,295	—						
6. *Aerobakter* 4 a aus Monadenkultur	9. IX.—16. X.	Aa	4a	3,32	0,4	2,9	0,1						
7. B. turkosum	9. IX.–29. XI.	Aa	4e	2,6	0,4	2,2	—						
8. *B. Aerobakter*	6. II.—24. II.	Aa	4d	4,14	ca. 1,0	3,14	0,34	0,49	0,38	4,13			
9. Weißer Schimmel	„	Ab		3,50	„	2,50	—	0,25	0,24	3,01			
10. *B. Aerobakter* + weißer Schimmel	9. IX.–17. XII.	Aa	4d	4,725	0,4	4,325	1,525				0	stark	0
11. „	6. II.–24. II.	Ab	4d	3,87	ca. 1,0	2,87	0,07	0,515	0,560	2,80			
12. *B. lactis aerogenes*	9. IX.—29. I.	Aa		3,66	„	2,66	—	0,315	0,525	2,73			
13. *B. Radiobakter*	25. IX.—17. XII	Aa	B	5,67	0,4	5,27	2,47					sehr schwach	0
14. „	30. X.—17. XII.	Ab	A	3,045	0,4	2,64	—				0	schwach	0
15. „	30. X.—22. XII.	Ac	A	3,15	0,4	2,75	—					nicht nachweisbar	

Tabelle Serie A.

2,8 mg N pro 200 cc = 0,1 ‰ KNO_3lösung

Bakterien	Kulturdauer	Kultur	Stamm	N gefunden	bl. Best.	N nach Abzug der bl. Best.	N-Gewinn	NH_3 + Amid N	Nitrat + Nitrit N	Eiweiß-N	Qualitative Prüfungen auf: Nitrat	Nitrit	Ammoniak
16. *B. Radiobakter* + *B. lactis aerogenes*	22. XII.—14. II.	Ab	B	3,45	ca. 1,0	2,45		0,37	0,42	2,66			
17. *B. Radiobakter* + *B. turcosum*	22. XII.—15. II		B	3,66	„	2,66		0,385	0,585	2,695			
18. *B. Radiobakter*	9. II.—1. III.	Ac	C	3,78	„	2,78		0,42	0,42	2,94			

Serie B.

28,0 mg N pro 200 cc = 1‰ KNO_3lösung

Bakterien	Kulturdauer	Kultur	Stamm	N gefunden	bl. Best.	N nach Abzug der bl. Best.	N-Gewinn	NH_3 + Amid N	Nitrat + Nitrit N	Eiweiß-N	Nitrat	Nitrit	Ammoniak
1. *B. Aerobacter* aus Monadenkultur	9. IX.—22. XII.	Bc	4a	26,3	ca. 0,8	25,5	—	22,8 (zusammen)		3,5			
2. *B. turcosum*	9. IX.—28. XII.	Bb	4e	26,64	„	25,84	—	22,94 (zusammen)		3,7			
3. *B. Radiobakter*	30. X.—17. XII.	Ba	A	34,3	0,4	33,9	5,9				stark	stark	
4. „	25. XI.—17. XII.	Bb	B	19,6	0,4	19,2						sehr stark	ca. 0,1 mgr
5. „	30. X.—28 XII.	Bc	B	27,3	ca. 1,0	26,3	—	0,40	17,64	9,3			0,17
6. *B. Radiobakter* + *B. turcosum*	30. XII.—2. II.	Bb	B	26,6	0,4	26,2	—					stark	0
7. „	30. XII.—2. II.	Ba	B	29,68	0,4	29,28	1,28						
8. „	30. XII.—14. II.	Bc	B	13,16	ca. 1,0	12,16	—	0,68	8,54	3,99			
9. *B. Radiobakter* + *B. lactis aerogenes*	9. IX. 30. XII.—2. II.	Ba	B	34,30	„	33,35	5,35	0,68	22,47	11,2			
10. „	30. XII.—15. II.	Bb	B	25,20	„	24,20	—	0,63	20,16	4,41			
11. *Aerobakter* aus Monadenkultur + *Aerobakter* 4d	6. II.—24. II.	Bb	4a + 4d	30,20	„	29,20	1,20	0,56	25,935	3,71			

entstandener Abweichungen ganz unbeeinflußt von der Höhe der Salpetergabe die Umwandlung von Nitratstickstoff in Eiweißstickstoff 3—4 mg N für den Versuch betrifft. Die geringe Salpetergabe in Serie A stellt also bereits das Optimum der Stickstoffgabe für die Algenentwicklung sicher.

Das Verhalten der meisten Bakterien (*B. Aerobakter, turcosum, lactis aerogenes, lactis acidi*) der Nährlösung und der Algenentwicklung gegenüber läßt sich analytisch, etwa aus der Stickstoffbilanz, nicht differenzieren, nur *B. Radiobakter* zeigt jeweils ein verschiedenes, oft überraschendes Verhalten in der Ausnutzung der Salpetergaben. Aus den später noch eingehender zu besprechenden Analysenresultaten müssen wir entnehmen, daß *B. Radiobakter* ein denitrifizierender, nitratassimilierender und stickstoffbindender Organismus ist. Erstere Eigenschaft wurde ihm bereits von STOKLASA (Centralbl. f. Bakt. II 21. Bd. 1908 S. 484) zugeschrieben, die beiden anderen Eigenschaften zeigte eingehend LÖHNIS (a. a. O.). In diese physiologischen Eigenschaften unseres Bakteriums konnte insofern tieferer Einblick gewonnen werden, als auch bei neuen Experimenten mit Reinkulturen sich zeigte, daß die Stickstoffentbindung bei Gegenwart von dissimilierbaren organischen Stickstoffverbindungen, Kohlehydraten und Salpeter überwiegend in Erscheinung tritt. So konnte die Denitrifikation durch *Radiobakter*reinkulturen regelmäßig in Algenbouillon und bei wirkungskräftigen Kulturen auch in KUNZElösung (Centralbl. f. Bakt. II 13. Bd.) wahrgenommen werden. Die Denitrifikation konnte bei Versuchen in beiden Nährlösungen regelmäßig durch das vollständige Verschwinden von Nitrat und Nitrit festgestellt werden. Bei den im folgenden angeführten quantitativen Versuchen ließ sich der Nitratverlust auch zahlmäßig feststellen.

I. Stickstoffentbindung der Reinkulturen von *B. Radiobakter*.

Versuche in Algenbouillon.

(Die Herstellung der Algenbouillon geschah in gleicher Weise, wie dies für die Aufnahmeflüssigkeit des Algenagar angegeben wurde (siehe S. 439 unten). Znm Versuch wurden verwendet 100 ccm Lösung + 0,1 g $CaCO_3$. Die Zahlen bedeuten mg N für den Versuch.

Die Betrachtung der quantitativen Versuche in Algenbouillon zeigen das deutliche Denitrifikationsvermögen des *Radiobakter*stammes (B). Gegeben wurde in der Lösung 14 mg Nitrat-N pro Liter, also 1,4 mg N auf den Versuch, die durch qualitative Reaktionen mit GRIES'schem Reagenz in der Nitritform nicht einmal in Spuren mehr nachgewiesen werden konnten. Durch die Bakterien-

Bakterium	Versuchsdauer	Blind. Best.	Gesamt-N nach Abzug d. bl. Best.	N-Verlust	NH_3-N	Amid-N	Nitrat u. Nitrit-N.	Reaktion auf Nitrit mit Gries. Reag.	Eiweiß-N	Gesamt mg N gefunden
1. Ungeimpft . . .	23. V.—26. IX.	0,6	20,29							20,89
2. „	„	„	18,93							19,53
3. *B. Radiobakter* (B)	„	„	15,99	8,5 mg N-Verlust gegenüber dem Mittel von ungedüngt!						16,59
4. „ „	12. XII.—17. I.	2,1	16,03		4,48	1,75	0,98	Nitrit nicht nachweisbar	10,92	18,13
5. „ „ + *B. Aerobakter* (4a)	„	„	16,27		5,64	1,47	0,98		10,29	18,87
6. *B. Aerobakter* (4a)	23. 5.—26. IX.	0,6	19,84							
7. „ „	12. XII.—17. I.	2,1	19,22		4,94	1,40	2,73	ca. 1 mg Nitrit	12,25	21,32
8. *B. Turcosum* 4c	23. V.—26. IX.	0,6	19,70							20,30
9. „ „	12. XII.—12. IV.	2,1	17,92		3,22	0,98	3,64	„	12,18	20,02
10. *B. agreste* . . .	23. V.—26. IX.	0,6	20,54							21,14
11. *B. lactis aerogenes*	„	0,6	20,12							20,72
12. *B. lactis acidi* . .	„	0,6	20,47							21,07

tätigkeit und chemische Reaktionen bei der Sterilisation der Lösung geht nämlich der größte Teil der kleinen Nitratgaben in Nitrit über, als welches er in Kulturen mit nicht denitrifizierenden Bakterien wiedergefunden wird.

Versuche in Kunzelösung.

Ueber die Stickstoffentbindung des *B. radiobakter* habe ich für die untersuchten Stämme A, B und C nur qualitative Versuche in Kunzelösung angestellt, welche bewiesen, daß zunächst immer energisches Denitrifikationsvermögen vorhanden ist, welches sich aber durch Weiterimpfen auf verschiedenen Nährböden bis zum völligen Verschwinden abschwächen kann. Kunzelösung kann also nicht als besonders geeigneter Nährboden zur Erhaltung des Denitrifikationsvermögens des *Radiobakter* bezeichnet werden. Es denitrifizierte z. B. bei Stamm A die erste Abimpfung noch energisch, die zweite Abimpfung überhaupt nicht mehr. Bei Stamm B, der auf verschiedenen Nährböden (Kunzelösung, Bodenagar, Algenbouillon, Algenagar, Kartoffeln) weiter geimpft worden war, denitrifizierte die erste Abimpfung von den genannten Nährböden in Kunzelösung noch schwach, die zweite nicht mehr. *Radiobakter* (Stamm B) als mineralischer Chlamydomonaden-*Radiobakter*symbiosekultur denitrifizierte in beiden untersuchten Fällen schon bei der ersten Abimpfung in Kunzekultur nicht mehr[1]). Das Wachstum der Bakterien leidet bei diesen Versuchen in Kunzelösung weit geringere Abschwächung als das Denitrifikationsvermögen.

II. Stickstoffbindung der Reinkulturen von *Radiobakter*.

Der Nachweis der Stickstoffbindung meiner aus den Wielenbacher Teichwässern und Teichböden gewonnenen Reinkulturen von Kurzstäbchen machte mir im Laufe meiner Arbeit unerwartete Schwierigkeiten. Zahlreiche quantitative Versuche fielen negativ aus, bis ich schließlich über folgende zwei Tatsachen mir klar wurde:

1. Keine morphologische oder physiologische Eigenschaft der stickstoffsammelnden Kurzstäbchen ist entscheidend für sicheres Stickstoffbindungsvermögen. Nur die quantitativ nachgewiesenen Leistungen hinsichtlich Stickstoffbindung können den jeweils untersuchten Stamm als Stickstoffbakterium diagnostizieren.

---

1) Dagegen bleibt in Rohkulturen in gleichartig angesetzter Minerallösung das Denitrifikationsvermögen erhalten, was sich wohl auf die die Bildung des denitrifizierenden Encyms begünstigende Tätigkeit der Begleitbakterien zurückführen läßt.

2. Zum Nachweis der Stickstoffbindung sollten genügend eiweißhaltige, nicht eiweißarme oder gar eiweißfreie Nährflüssigkeiten verwendet werden. Als Nährlösung eignet sich besonders gut mit 0,10 g Dikaliumphosphat pro Liter versetztes Kartoffelwasser. In dieser Nährlösung gelang es mir schließlich, für drei Kreuzstäbchenarten, nämlich für einen auf allen Nährböden sehr schlecht und uncharakteristisch wachsenden *Aerobakter*stamm (4 d), ferner für ein ziegelrotes Kurzstäbchen (*B. Wielenbachense mihi*) und für alle reingezüchteten *Radiobakter*stämme Stickstoffbindung nachzuweisen. Die erhaltenen Resultate sind in Tabelle S. 445 vereinigt.

Bakterium oder Pilz	mg N gefunden	Blinde Bestimmung	Gesamt-N nach Abzug der bl. Best.	N-Gewinn	NH_3-N + Amid-N	Nitrat + Nitrit	Eiweiß-N
I. Serie.							
1. Ungeimpft . . .	24,94						
2. Ungeimpft . . .	25,43						
	Mittel 25,18						
3. Rosa Hefe . . . (*Torula sanguinea*)	24,73						
4. „	24,87						
5. „	25,27						
6. „	24,71						
7. „	24,50						
8. *Radiobakter* (B)	—				1,75 (inklusive bl. Bes.		Verloren
9. „ (B)	28,19	+ 0,46	27,73	2,55	1,48 (inklusive bl. Best.		26,76
10. *Aerobakter* (4d)	26,85	+ 0,74	26,11	0,93	5,98 (inkl bl. Best.)	0,77	20,09
II. Serie.							
1. Ungeimpft . . .	38,29				8,54		29,75
2. „ . . .	36,96				9,52		27,44
	Mittel 37,62						
3. *Radiobakter* (B) aus Kunzelösung (dinitrifizierte stark)	40,18			2,56	5,95		34,23
4. *Radiobakter* (B) aus Kunzelösung (denitrifizierte schwach)	39,94			2,32	4,94		35,0
5. *Radiobakter* (B) aus Milch . . .	39,58			1,96	3,67		35,91
6. *Radiobakter* (A) aus Gelatine . .	56,35			18,73	5,04		51,31
7. *Radiobakter* (D) aus Gelatine . .	61,84			24,22	7,52		54,32
8. *Radiobakter* (C) aus Gelatine . .	38,60			0,98	4,72		33,88
9. *Aerobakter* (4d) aus Gelatine . .	40,14			2,52	9,48		30,66
10. Ziegelrotes Kurzstäbchen (*B. Wielenbachense*)	47,04			9,42	8,47		38,57

Versuche in Kartoffelwasser

Die Versuchsserie in vorstehender Tabelle gibt die Versuchsresultate der Kartoffelwasserkulturen wieder. Die Versuchszeit bewegt sich zwischen 14 Tagen und 3 Wochen. Nur die Rosahefe, die auf stickstoffarmen Mannit- und Dextrosenährboden und auf fast stickstofffreien Kieselplatten recht gut wächst, zeigt sich als nicht Luftstickstoff sammelnder Organismus. Das gleiche Resultat wurde bei Versuchen in Rohrzuckersalpeter- und in Bodenlösung erhalten. Die *Radiobakter*stämme konnten sämtlich als stickstoffbindend erkannt werden. Besonders energisch arbeiten Stamm A und D. Für den gleichen Stamm ist hinsichtlich der Stickstoffbindung in Parallelkulturen genügende quantitative Ueberstimmung hinsichtlich der Intensität der Leistung deutlich erkennbar. Dem untersuchten *Aerobakter*stamm (4 d) kommt ein schwaches, aber deutliches N-Bindungsvermögen zu. Das neue rote Bakterium, welches ich als *Bakterium Wielenbachense* (mihi) bezeichnen möchte, hat bei dem einen Versuch ganz reichlich Stickstoff gesammelt. Seine physiologischen Leistungen sollen später noch näher studiert werden.

Nachdem somit über die jeweilige Begünstigung der Denitrifikation wie der Stickstoffbindung bei den Radiobakterstämmen Klarheit gewonnen ist, kann an das Verhalten der *Radiobakter*impfungen in den oben (S. 436 ff.) geschilderten Chlamydomonadenkulturen herangegangen werden. Die hier erzielten Resultate waren sehr wechselvolle und können nur so erklärt werden, daß auch in den Parallelkulturen bei rein mineralischer Nährlösung aus bisher noch unbekannten Gründen bald die Denitrifikation, bald die Nitratassimilation, bald die Stickstoffbindung die Ueberhand gewinnt. Schon in Rohkulturen, welche wie die früher geschilderten Stickstoffbindungsversuche in Münchener Nährlösung mit Wielenbacher Teichboden angesetzt worden waren, beobachtete ich diese merkwürdige Erscheinung. Die gewonnenen Analysenresultate zeigen nicht die geringste Regelmäßigkeit in den Parallelen, sondern bald Zu- bald Abnahme im Stickstoffgehalt der Lösnng. Es dürfte deshalb zwecklos sein, die große Analysenreihe dieser Versuchsserie hier im einzelnen anzuführen. Dagegen müssen die Analysenergebnisse mit Reinkulturen eingehend geschildert werden, weil sie vielseitigen Einblick in das Problem der Stickstoffbindung zu Zeiten lebhafter Assimilation im Teiche geben.

Wir sehen zwar sowohl in Serie A wie in Serie B, daß wieder nur *Radiobakter* und *Aerobakter* 4 d Stickstoffgewinne ergeben. Diese treten wohl für *Aerobakter* 4 d regelmäßig, nichts aber stets für *Radiobakter* auf. Bei dem Versuch Serie B Nr. 5 haben wir ge-

ringen N-Verlust, wie er durchweg bei den Versuchen in Serie B auftritt, und durch Nitritverflüchtigung unter Einwirkung entstehender Kohlensäure in den Kulturen erklärt werden kann.[1]) Die Eiweißzahl dieses Versuches ist aber abnorm hoch, so daß mit starker Nitratassimilation gerechnet werden muß. Dasselbe gilt für Versuch Serie B Nr. 9, bei welchem aber auch noch starke N-Bindung stattgefunden hat. Bei Versuch Serie B Nr. 4 und 8 sind die Stickstoffverluste so groß, daß dieselben nur durch starke Denitrifikation erklärt werden können, worauf auch die niedrige Nitrit- und Nitrat-N-Zahl in Versuch Serie B Nr. 8 hinweist.

Die Stickstoffbindung in den Symbiosekulturen wird vermutlich auch auf die Weise vor sich gegangen sein, daß die Algen den stickstoffsammelnden Bakterien Kohlehydrate und die zur Stickstoffbindung nötigen eiweißartigen Stoffe zur Verfügung stellten. Daß solche vorhanden waren, beweisen die Zahlen für Ammoniak und Amidstickstoff. Da Ammoniak in den Kulturen stets nur in äußerst geringer Menge vorhanden war, ist die Hauptmenge des mit Natronlauge abspaltbaren Stickstoffs auf Körper amidartiger Natur zu setzen.

Auch in den in rein mineralischer Lösung angesetzten Chlamydomonaden-Stickstoffbakterienkulturen glaube ich die Stickstoffbindung auf die Anwesenheit von Stickstoff körpern eiweißartiger Natur zurückführen zu dürfen, die allerdings in abgebauter Form nur in geringer Menge in die Minerallösungen gelangen. Daher rühren auch anscheinend die geringen Stickstoffgewinne, die in solchen Lösungen mit Bakterienreinkulturen erhalten werden, selbst wenn diese wie *Radiobakter* A stark stickstoffbindende Organismen sind. Sobald wir aber mit Bakterienrohkulturen geimpft in *Chlamydomonas*reinkulturen arbeiten, erhalten wir in den gleichen Minerallösungen sehr energische Stickstoffsammlung. Ich habe diesbezügliche Zahlen, die Stickstoffgewinne bis 100 mg N pro Liter Lösung zeigen, bereits im Centralbl. f. Bakt. II. Abt. (a. a. O. S. 309) angegeben. In solchen Rohkulturen arbeiten nun auch dissimilierende, eiweißzerstörende Bakterien. Diese Tatsache läßt sich bei Rohkulturen daraus ersehen, daß nach einiger Zeit die Algen absterben und Ammoniak in den Lösungen stark zunimmt. Für die Stärke der Stickstoffbindung ist diese Erscheinung nicht ungünstig, wie folgende Analysenzahlen beweisen.

---

1) Die Nitritverflüchtigung infolge Austreibung durch die bei der Atmung der Pflanzen entstehende Kohlensäure muß auch daraus geschlossen werden, daß in der Serie B der Rest an Nitratstickstoff, der bei 28 mg Nitrat-N-Zugabe und einem Verbrauch durch Algen und nicht stickstoffsammelnde Bakterien mit 3,5—3,7 mg 24,3—24,5 mg N betragen müßte, in dieser Höhe nicht mehr gefunden wird.

Tabelle.

Serie A. Blinde Best. etwa 0,6 mg N.

Impfung mit *Chlamydomonas* 23. XI. 1915. Impfung mit Bakterien 15. II. 1916. Vereinzelte Kulturen von Bakterien überwuchert und sämtliche Algen zerstört — seit 3. IV. 1916. Zur Analyse angesetzt 6. VII. 1916.

1. ½ l Minerallösung[1]) mit einer Spur Algen, Nitrat 0, Nitrit sehr stark N gefunden 33,95 mg; N gegeben 7,0 mg; N-Gewinn pro Liter 53,90;

2. ½ l Minerallösung mit starker Algenentwicklung, Nitrat 0, Nitrit Spur, N gefunden 25,27 mg; N gegeben 7,0 mg; N-Gewinn pro Liter 36,54;

3. 1 l Minerallösung mit geringer Algenentwicklung, Nitrat 0, Nitrit sehr stark, N gefunden 59,43 mg; N gegeben 14,0 mg; N-Gewinn 45,43;

4. 1 l Minerallösung mit starker Algenentwicklung, Nitrat 0, Nitrit Spur, N gefunden 28,07 mg; N gegeben 14,0 mg; N-Gewinn pro Liter 14,07.

Serie B. Blinde Best. etwa 2,0 mg N.

Impfungen wie oben. Zur Analyse angesetzt 22. I. 1917.

1. ½ l Minerallösung (rein weiß, ohne Spur von Algen), Nitrit sehr stark, Ammoniak sehr stark,

NH_3-N	gefunden	17,43 mg	N gegeben	N-Gewinn pro
Amid-N	,,	0,70 ,,	7,00 mg	Liter 43,12 mg
Nitrat-N } Nitrit } Nitrit	,,	1,96 ,,		
Eiweiß-N	,,	8,47 ,,		
Gesamt N	gefunden	28,56 mg		

2. ½ l Minerallösung (mit starker Algenentwicklung) Nitrit 0, Ammoniak Spur,

NH^3-N	gefunden	0,35 mg	N gegeben	N-Gewinn pro
Amid-N	,,	1,47 ,,	7,00 mg	Liter 51,66 mg
Nitrat } Nitrit } -N	,,	1,01		
Eiweiß-N	,,	29,99 ,,		
Gesamt N	gefunden	32,83 mg		

1) Die hohe blinde Bestimmung entsteht durch Addition der vier Einzelbestimmungen (NH_3—N, Amid-N, Nitrat und Nitrit N).

3. 1 l Minerallösung (rein weiß, ohne Spur von Algen), Nitrit sehr schwach, Ammoniak sehr stark,

NH^3-N	gefunden	62,65 mg	N gegeben	N-Gewinn pro
Amid-N	,,	1,89 ,,	14,00 mg	Liter 72,05 mg
Nitrat } -N Nitrit }	,,	1,84 ,,		
Eiweiß-N	,,	19,67 ,,		
Gesamt-N	gefunden	86,05 mg		

4. 1 l Minerallösung (mit starker Algenentwicklung), Nitrit 0, Ammoniak Spur,

NH^3-N	gefunden	0,42 mg	N gegeben	N-Gewinn pro
Amid-N	,,	1,40 ,,	14,00 mg;	Liter 31,20 mg
Nitrat } -N Nitrit }	,,	2,52 ,,		
Eiweiß-N	,,	41,86 ,,		
Gesamt-N	gefunden	45,20 mg		

Das Mittel der Stickstoffgewinne in den 4 analysierten Kulturen mit völliger oder fast völliger Zerstörung der Algen unter Entfärbung der Kultur beträgt 53,62 mg pro Liter, während das Mittel der lebhaft ergrünten, an Algen reichen Kulturen nur 33,37 mg N beträgt. Ich glaube, daraus den Schluß ziehen zu dürfen, daß auch bei den hinsichtlich ihrer Bakterienzusammensetzung unkontrollierbaren Rohkulturen die Gegenwart von dissimilierenden Ammoniak bildenden Bakterienarten der Stickstoffsammlung günstig ist. Die Dissimilation, die periodisch in den Wielenbacher Teichen eintritt, gewinnt somit für die Energie der Stickstoffbindung auch praktische Bedeutung. Auch in dieser Versuchsserie haben wir wieder den Hinweis darauf, daß die intermediäre Bildung von Abbauprodukten des Eiweißes der Stickstoffbindung günstig ist.

Zum Schluß möchte ich nochmals darauf hinweisen, daß ich die stickstoffbindende Kraft der Bakterien an sich als eine physiologische Leistung des Mikroorganismus ansehe, die mit Hilfe von Enzymen geleistet wird, die in den Zellen aufgespeichert sind. So mag es sich erklären, daß auch auf eiweißarmen und fast eiweißfreien Nährböden die Stickstoffbindung noch einige zeitlang beobachtet wird, wie alle Forscher auf diesem Gebiete festgestellt haben. Ich kann dies für meine *Radiobakter*stämme B und C nur bestätigen. Es wurden mg N gewonnen in 200 n Dextrosebodenlösung:

Bakterien	Gesamt-N in mg	N-Gewinn in mg	Versuchszeit
1. Ungeimpft	7,56		
2. „	7,70		
3. *B. Aerobakter* 4 a (Wielenbach	7,42		16. VI.—4. VIII.
4. *B. Aerobakter* 4 a (Wielenbach)	7,38		
5. *B. Aerobakter* (Posten a. Isar)	7,31		11. IX.—2. X.
6. *B. Aerobakter* (Posten a. Isar)	7,17		
7. *B. torcosum* 4 e (Wielenbach)	7,32		16. VI.—4. VIII.
8. *B. turcosum* (Wielenbach)	7,63		
9. *B. Radiobakter* (B) . .	10,99	2,34	8. II.—1. III.
Es wurden mg N gewonnen in 100 n Dextroselösung von *B. Radiobakter* (B) . .	5,6 — 0,5 mg Blinde Best.	5,1	8. II.—1. III.

Diese Fähigkeit der Stickstoffbindung hört aber bald auf, wenn die Bakterien auf den eiweiß- bzw. an Abbauprodukten des Eiweißes armen Böden weiter geimpft werden. Es ist dies eine bekannte Tatsache. Man sucht in solchen Fällen das verloren gegangene N-Bindungsvermögen durch Bodenpassage der betreffenden Kultur wieder zu regenerieren. Dieses auch von mir (siehe oben) mit Erfolg durchgeführte Verfahren erkläre ich mir innerlich so begründet, daß die N-bindenden Enzyme auf den eiweißarmen Nährböden schließlich in den Zellen der sich fortwährend teilenden Bakterien so verdünnt werden, daß schließlich die stickstoffbindende Kraft versiegt. Im Boden, wie überhaupt in allen eiweißhaltigen Medien, strömen den Zellen wieder zur Enzymbildung geeignete Stoffe in Lösung zu, und mit der erneuten Enzymbildung tritt erneute N-Bindung auf.

Ich habe schließlich noch die Fähigkeit der *Chlamydomonas-Radiobakter*symbiosen in 1‰ Salpeterminerallösung (vgl. S. 443 Serie B) darauf geprüft, ob das Zusammenwachsen in sauer und alkalisch gemachten Nährlösungen besonders gefördert oder gestört wird. Man könnte aus den Ergebnissen dieser Versuche Schlüsse auf die Stickstoffbindung in sauren und alkalischen Teichwässern machen. Es wurden deshalb am 22. IX. 1916 je 200 g obiger

Minerallösung[1]) mit je 2 × 10 g $\frac{1}{20}$ n NaOH, 2 × 5 g $\frac{1}{20}$ n. NaOH, je zweimal mit 20 g $\frac{1}{20}$ n. H_2SO_4, 10 g $\frac{1}{20}$ n. H_2SO_4 und 5 g H_2SO_4 versetzt und zusammen mit einer unveränderten Lösung mit *Chlamydomonas*reinkultur beimpft. Nach dem Ergrünen der Kulturen wurde am 30. XII. 1916 mit *B. Radiobakter* (B) beimpft.

Am 3. III. 1917 wurden folgende Beobachtungen gemacht:

		Algen-wachstum	Radio-bakter-	Reaktion der Lösung
1.	10 g $\frac{1}{20}$ n. NaOH .	sehr stark	sehr schwach entwickelt	neutral bis schwach sauer
2.	,, ,,	,, ,,	,,	,,
3.	5 g $\frac{1}{20}$ n. ,,	,, ,,	schwach entwickelt	,,
4.	,, ,,	stark	,,	,,
5.	0	sehr stark	,,	,,
6.	5 g $\frac{1}{20}$ n . H_2SO_4 .	,, ,,	,,	,,
7.	,, ,,	,, ,,	,,	,,
8.	10 g $\frac{1}{20}$ n . ,,	stark	sehr schwach entwickelt	,,
9.	,, ,,	,,	,,	,,
10.	20 g $\frac{1}{20}$ n . ,,	0	0	stark sauer
11.	,, ,,	0 bis sehr schwach	0	,, ,,

Es war also in der Zeit vom 22. IX. 1916 bis 3. III. 1917 ein völliger Ausgleich der verschieden sauren und alkalischen Lösungen durch die Tätigkeit der beigeimpften Organismen, vorzüglich wohl der Algen eingetreten. Jedoch die stärkste Ansäuerung vermochte die Algen nur in einem Falle in Spuren, die Bakterien überhaupt nicht zur Entwicklung kommen lassen, wie Abimpfungen aus den Kulturen in Gelatine bewiesen. Man sieht aus diesen Versuchen, daß das Aufkommen von säure- und alkaliverzehrenden Organismen, wie es die Chlamydomonaden sind, bis zu einem gewissen Grade geeignet ist, die Lebensbedingungen für stickstoffsammelnde Bakterien zu schaffen. Stickstoffbindung durch Radiobakter (B) konnte allerdings bei dieser Versuchsserie wieder nicht nachgewiesen werden.

Wenn wir nun die Resultate vorliegender Arbeit zusammenfassen, so scheinen mir zwei Tatsachen mit genügendem Beweismaterial belegt zu sein.

1. Die Stickstoffbindung der Teichböden in den üblichen zuckerhaltigen Nährlösungen

1) Zusammensetzung siehe S. 443 Serie A.

kann einen quantitativen Maßstab für die Fruchtbarkeit der betreffenden Teichböden abgeben.

2. Die Energie der Stickstoffbindung in unsren Böden ist abhängig von ihrem Gehalt an Eiweißverbindungen bzw. Abbauprodukten des Eiweißes, welche einen Anteil am Aufbau stickstoffbindender Enzyme zu haben scheinen.

---

42. F. Brand: Über Beurteilung des Zellbaues kleiner Algen mit besonderem Hinweise auf Porphyridium cruentum Naeg.

(Mit drei Abbildungen im Texte.)

(Eingegangen am 18. Mai 1917.)

Mit Recht weist OLTMANNS[1]) auf die Schwierigkeiten hin, welche dem Einblick in die Struktur kleiner Algen entgegenstehen; auch ist kaum zu bestreiten, daß verschiedene Autoren auf diesem Gebiete schon Anlaß zu dem Zitat: „Fischen im Trüben" gegeben haben. Allzu drastisch ist aber wohl der Ausspruch, daß es ein Denkfehler sei, „wenn man sich einbilde, man könne auch kleine Algen stets an dem Bau ihrer Zellen unterscheiden".

Längere Beschäftigung mit derartigen Organismen hat den Verfasser dieses zu der Ueberzeugung geführt, daß die Frage an sich nicht so hoffnungslos liegt, wie man aus dem dermaligen Zustande der Literatur schließen könnte. Jede einzelne Art wird allerdings nach dem erwähnten Kennzeichen allein kaum jemals zu bestimmen sein, wohl aber werden sich kleinere Gruppen hierdurch sicher umgrenzen lassen, und deren Glieder dann durch Berücksichtigung der physiologischen, biologischen und funktionellen Verhältnisse zu unterscheiden sein. Auf dem bisher üblichen Wege war dieses Ziel allerdings nicht zu erreichen.

In der Regel wurde der Hauptwert auf Kultur und Vorbehandlung mit Chemikalien gelegt. Diese Methoden sind aber hier nicht am Platze, denn die Inhaltsbestandteile solcher Zellen sind oft

1) OLTMANNS, F., Morphologie usw. der Algen I., S. 169 und II. S. 386.

weniger stabil differenziert, als bei höheren Pflanzen und selbst bei größeren Algen und erleiden schon durch schwächere äußere Einflüsse leicht Veränderungen ihrer Form, Struktur und gegenseitigen Lage.

Da an den natürlichen Wohnorten der aërophilen Formen die Außenverhältnisse im kleinsten Raume wechseln können, findet man oft im gleichen Lager solcher Algen nebst allen Entwicklungsstufen auch verschiedene zufällige Modifikationen und selbst pathologische Entartungen derselben Art vereinigt. Letztere Erscheinung, welche auch zum Absterben einzelner Exemplare führen kann, tritt aber noch häufiger in kultiviertem Materiale auf, und findet sich nicht selten auch in solchem, welches selbst unter schwacher Vergrößerung normal erscheint.

Ebenso tritt die Veränderlichkeit dieser Algen bei physikalischer (Kochen) und chemischer (Fixierung) Beeinflussung sehr deutlich zutage. Neben anderen Veränderungen des Inhalts erscheinen dann nicht selten Körner[1]) im Zellsafte oder im Plasma, welche vorher nicht zu sehen waren und deshalb wohl als Gerinnungs- oder Fällungsprodukte aufzufassen sind, und das Zugeständnis eines Vertreters[2]) der mikrochemischen Richtung, daß: „man jetzt im allgemeinen

---

1) Solche Körner pflegen sich gegen Farbstoffe in sehr unzuverlässiger Weise zu verhalten, so daß es mir bei den einzeligen Grünalgen nur ausnahmsweise gelungen ist, einzelne derart zu färben, daß man sie mit einigem guten Willen für Kerne halten konnte. Eine Struktur ist ja voraussichtlich an Kernen von Algen, welche so klein sind, daß ihre Gesamtgröße oft die Maße kleiner Phanerogamenkerne nicht erreicht, ohnehin nicht zu erkennen. Auch andere Beobachter haben schon ähnliche Erfahrungen gemacht. So fand z. B. BEIJERINCK (Kulturversuche usw. 1890 p. 737) die bei *Chlorella* sich färbenden Körper sehr abweichend in Größe und Lage, „so daß man sich schwer entschließen kann, den wahren Kern zu sehen", und ein ähnlicher Fall scheint bei *Zoochlorella* (K. BRANDT, Ueber die morphol. und physiol. Bedeutung des Chlorophylls usw. 1882) vorgelegen zu haben, da die abgebildeten roten Körperchen teilweise in der Mehrzahl vorhanden sind, andernteils, besonders in Fig. 18, im Chlorophore eingeschlossen zu sein scheinen. Ferner ist nach KLEBS (Flagellatenstudien 1893 S. 397) noch nicht bei allen Chrysomonadinen ein Kern gesehen worden, und SENN (Ueber einige koloniebildende Algen 1899) konnte bei *Coelastrum reticulatum* keine vollständige Kernfärbung erzielen. Auch an *Prasiola erospa* ist es IMHÄUSER (Entwicklungsgesch. u. Formenkreis von Pr. er. 1889) nicht gelungen, den Zellkern nachzuweisen. Dennoch ist bei diesen Algen aus Analogie-Gründen die Existenz eines Kernes nicht auszuschließen, und bei *Porphyridium cruentum* scheint ein ähnlicher Fall vorzuliegen.

2) FISCHER, A., Fixierung, Färbung und Bau des Protoplasmas. Jena 1899, S. 1.

den Fixierungsmitteln ein großes, wohl übergroßes und unberechtigtes Vertrauen entgegenbringe", gilt ganz besonders für die kleinen Luftalgen.

Hierzu kommt noch der Umstand, daß solche Bestände fast immer noch eine oder die andere, oft sehr ähnliche fremde Art beigemischt enthalten, und daß gewisse im Leben erkennbare Unterschiede durch die Fixierung verwischt und so die gröbsten Täuschungen veranlaßt werden können.

Ein für feinere cytologische Untersuchungen taugliches Material liegt nur dann vor, wenn in einem natürlichen Lager die Mehrzahl der Zellen sich bei vorläufiger Untersuchung unter mittelstärken Objektiven durch frisches Aussehen, sowie durch ihr Verhalten gegen Lebend-Schnellfärbung als gesund und durch das Vorhandensein aller Uebergangsformen als zusammengehörig erweist. Dieses ist immer möglichst bald nach der Einsammlung zu bearbeiten. Was man hierbei gesehen hat, ist stets vor Augen zu behalten, um die Ergebnisse späterer Kultur sowie von Reaktionen und Tinktionen richtig beurteilen zu können. In bezug auf letztere gilt als Regel, nur möglichst harmlose Stoffe zu verwenden.

Auf welche Abwege ausschließliche Benutzung kultivierten Materials und offensive Behandlung desselben führen kann, zeigt ein Aufsatz von STAEHELIN[1]), welcher die Cyanophyceen-Natur von *Porphyridium cruentum* beweisen soll. Wer diese Alge jemals in lebensfrischem Zustande gesehen hat, wird sich leicht überzeugen, daß schon Figur 1 ebenso verfehlt ist, wie der zugehörige Text. Letzterer widerspricht sich auch teilweise selbst[2]) und bringt die nötigste Literatur nur unvollständig[3]) oder auch mißverständ-

1) STACHELIN, Ber. d. D. Bot. Gesellsch. 1916 S. 893 ff.

2) Auf S. 90) heißt es: „Das zentrale Gebilde, das von SCHMITZ und BRAND als Chromatophor mit Pyrenoid angesehen wurde, entspricht somit dem anabäninhaltigen Zentralkörper. Hier wird also das rote Chromatophor mit jenen z e n t r a l e n Bestandteilen der Cyanophyceen identifiziert, welcher nach übereinstimmender Angabe aller Autoren sich gerade durch seine Farblosigkeit auszeichnet. Einige Zeilen weiter unten wird das Chromatophor von *Porphyridium* aber als eine p e r i p h e r gelegene, „selbständige geschlossene Dose" und auf S. 896 als „Hohlkugel" bezeichnet.

3) Aus der Behauptung, daß eine dem Porphyridium-Chromatophore entsprechende Form bis jetzt weder bei Grün- noch bei Rotalgen festgestellt sei, geht hervor, daß STAEHELIN (S. 897) mein Zitat (S. 418) aus BERTHOLD übersehen hat, da dieser Autor auch das Chromatophor der Bangiaceen als geschlossene Hohlkugel bezeichnete. Ferner fehlt die Angabe von NAEGELI (Die einzell. Algen 1849, S. 8), daß der Farbstoff von *Porph. cr.* ohne Zweifel mit jenem übereinstimme, welcher bei *Porphyra*, *Bangia* usw. vorkäme, ebenso wie der Befund von MOLISCH (Sitzungsber. Math.-Naturw. Bl. k. Akad.

lich[1]), wenn nicht direkt unrichtig[2]), wie unsere Anmerkungen zeigen. Die übrige Korrektur ergibt sich aus einem Vergleich mit meinen früheren Mitteilungen[3]), welchen ich hier noch einen Nachtrag folgen lasse.

Das Chromatophor von *Porphyridium* unterscheidet sich von jener in Form und Lage nahezu unveränderlichen äußeren gefärbten Protoplasmaschicht der Cyanophyceen, welche oft als deren Chromatophor bezeichnet, von anderen Autoren aber bekanntlich als eine Plasmalage aufgefaßt wird, in welcher die eigentlichen Chromatophoren als kleine Körner eingelagert seien, nicht nur durch die noch in keiner einzigen Cyanophycee beobachtete florideenrote Farbe, sondern auch durch die Veränderlichkeit seiner Form. Nebstdem hat sich mittlerweile herausgestellt, daß es auch durch das gelegent-

---

Wien 1906, S. 808), nach welchem sich dieser Farbstoff in chemischer Beziehung wie typisches Phycoerythrin verhält und auf eine Verwandtschaft mit den Bangiales hinweist. Schließlich wird auf S. 897 kategorisch behauptet, Florideenstärke müsse sich mit Jod weinrot bzw. blau färben und hierbei übersehen, daß von ZIMMERMANN (Die botan. Mikrotechnik 1892) als Regel gelbbraune bis braunrote Jodreaktion dieser Stärke angegeben ist.

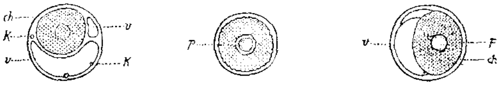
1) Auf S. 897 wird aus meinen Worten (S. 415) „dunkelblau wie Cyanophycinkörner" geschlossen, daß ich diese Brillantblaufärbung als charakteristisch für letztere erklärt habe. Diese Auffassung stammt aber bekanntlich von KOHL (Organisation usw. der Cyanophyceenzelle 1903), und ich wollte im Gegenteil zeigen, daß sie auch bei anderen Körnern vorkommt, und zwar, wie ich hiermit nachtrage, auch in Grünalgen. Ferner ist die Behauptung (S. 896), daß durch Alkalien auch die Farbe von Cyanophyceen ebenso verändert würde, wie jene von *Porphyridium*, nur durch eine unklare Erinnerung an *Gloeocapsa alpina* erklärlich. Bei dieser Alge wird aber nicht der Zellinhalt, sondern nur die Gallerthülle durch Säuren rot gefärbt und dann durch Alkalien wieder blau, während sich der gefärbte Inhalt der Cyanophyceen durch Alkalien nur in grünlichgelb, gelb oder braungelb verändert, wie schon NAEGeli a. a. O. richtig angegeben hat.

2) Abgesehen von der geradezu aus der Luft gegriffenen Notiz (S. 893), ich hätte eine Arbeit über den Zellkern von *Porphyridium* angekündigt, verstößt auf S. 896 der Satz „Kali- und Natronlauge, sowie Ammoniak verwandeln ihn (den Farbstoff) in Grün, was auch BRAND festgestellt hat", gleichzeitig gegen Tatsachen und Literatur, denn ich habe (S. 418) im Gegenteil angegeben, daß Ammoniak nicht in dieser Weise wirkt, da es, wie ich hiermit ausführlicher bemerke, nur eine gelbliche Verfärbung und schließlich Entfärbung hervorruft. Meine gleichzeitige Feststellung der Tatsache, daß das durch Kali grün gefärbte *Porphyridium*-Chromatophor nach Zusatz von einem Tropfen Essigsäure wieder zur ursprünglichen roten Farbe zurückkehrt, wird überhaupt verschwiegen.

3) BRAND, F., Ueber das Chromatophor usw. der Blutalge, Ber. D. Bot. Ges. 1908, S. 413 ff., und: Weitere Bemerkungen über *Porphyridium*, ebenda S. 540 ff.

liche Auftreten von Saftvakuolen im ganzen verschoben werden kann. (Unsere Fig. 1 und 3.) Solche Fälle weisen auf einen von jenem der Cyanophyceen verschiedenen Zellbau hin, wenn sie auch im ganzen nicht häufig beobachtet werden. STACHELIN scheint dergleichen gar nicht gesehen zu haben, übergeht aber auch die von mir a. a. O. beschriebenen Schleimvakuolen.

Bezüglich der letzteren ist noch zu bemerken, daß sie mit den gleichnamigen Gebilden der Cyanophyceen nicht übereinstimmen, indem sie durch Osmiumsäure und bei Lebendfärbung der Zelle mit Methylenblau kaum beeinflußt werden, während jene der Cyanophyceen sich hierbei durch Schwärzung, bzw. intensiv schwarzblaue Färbung kennzeichnen sollen[1]).



1 3 2

Porphyridium cruentum Näg.
ch rotes Chromatophor, K periphere Körner, p Pyrenoid, v Saftvakuolen, Vergrößerung etwa 1600.

Fig. 1. Lebendes Frühlingsexemplar, in welchem das Chromatophor durch Saftvakuolen verdrängt ist, mit einigen Körnern und undeutlichem Pyrenoide.

Fig. 2. Desgleichen, ohne Körner, mit deutlichem Pyrenoide.

Fig. 3. Frische Zelle, deren Pyrenoid durch Laktophenol in dem körnig veränderten Chromatophore isoliert wurde.

Jener zentral gelegene kugelartige Körper, welchen seit SCHMITZ eine Reihe von Algologen gesehen und als Pyrenoid bezeichnet haben, darunter auch solche, welche, wie HANSGIRG (Prodromus) und TILDEN[2]), *Porphyridium* zu den in der Regel als pyrenoidfrei[3]) geltenden Blaualgen stellen, ist an normal vegetierenden lebenden

1) Vgl. HEGLER, R., Unters. über die Phycochromaceenzelle 1901, S. 308 und 351.

2) TILDEN, J., Minnesota Algae, Vol. I. 1910.

3) Die zwei Cyanophyceengattungen, welchen Pyrenoide zugeschrieben werden (*Chroothece* Hansg. und *Allogonium* Kütz einschließlich *Chroodaktylon* Hansg. und *Asterocystis Gobi*) sind noch nicht genügend bekannt. Nach ZACHARIAS (Ueber die Zellen der Cyanoph. 1890 S. 4) halten BORZI sowie BORNET und FLAHAULT die Cyanoph.-Natur von *Chroodactylon* für ganz unsicher.

Zellen in der Tat nicht zu verkennen. Durch gewisse Reagentien kann er isoliert (Fig. 3) und noch deutlicher dargestellt werden. An seiner Stelle zeichnet aber STAEHELIN (Fig. 1) eine Gruppe unregelmäßiger Körner. Diese sollen oft intensiver rot gefärbt sein, als der äußere Saum und zwar dadurch, daß die letzteren „durchsetzenden Lichtstrahlen gebrochen und im Zellinnern gesammelt werden". Gegenüber einer solchen optischen Unmöglichkeit ist daran zu erinnern, daß in abgestorbenen Zellen der Farbstoff bekanntlich aus dem Chromatophore in andere Inhaltsbestandteile übertreten kann.

Im übrigen muß ich noch feststellen, daß durch Lebendfärbung mit Methylenblau in *Porphyridium* niemals ein dem Zentralkörper der Blaualgen entsprechendes Gebilde nachzuweisen war.

Bezüglich der peripheren Körner ist nachzutragen, daß ihre Mehrzahl durch einen auffälligen Glanz die *Porphyridium*-zelle von anderen ähnlichen Algen unterscheiden läßt. Ganz hell sind sie aber nur bei hoher Einstellung. Mit allmählicher Senkung des Tubus erscheint ein dunkler Rand, welcher sich schnell erweitert und schließlich fast das ganze Korn dunkel erscheinen läßt. Liegt ein solches vor dem Chromatophore, so erscheint es dunkelrot und kann von einem weniger geübten Beobachter für eine Einlagerung gehalten werden.

Schon nach meiner früheren Darstellung der Sachlage wird wohl kein Algologe *Porphyridium cruentum* für eine Cyanophycee halten, so daß ich in Zweifel war, ob es nötig sei, noch einmal auf diese Alge zurückzukommen. Schließlich schien mir das aber doch am Platze zu sein, damit nicht die Irrungen des mehrerwähnten Aufsatzes unbeanstandet in die weiteren Kreisen zur Information dienende referierende Literatur übergehen.

---

43. Wilhelm Rössler: Pollenschläuche und Embryosack-Haustorien von Plantago major L.

(Mit Tafel VII.)

(Eingegangen am 18. Mai 1917.)

NAWASCHIN erwähnt in seiner Arbeit: „Ein neues Beispiel der Chalazogamie“[1]), daß ASCHKENASI bei einigen *Plantago*-Arten ähnliche Verhältnisse wie bei *Ulmus*, nämlich Vordringen des Pollenschlauches durch den Funiculus und die Integumente der Samenanlage, gefunden habe. Welche *Plantago*-Arten untersucht wurden, wird nicht gesagt. ASCHKENASI selbst scheint nichts über diesen Fall rein interzellularen Pollenschlauch-Verlaufes (Endotropismus oder Aporogamie)[2]) veröffentlicht zu haben. MURBECK[3]) und ALBANESE[4]), die sich auf die Tatsache beziehen, führen nur die obige Quelle an.

Im Folgenden teile ich einige Beobachtungen an *Plantago major* L. mit, die von dieser Spezies hinsichtlich des Pollenschlauch-Verlaufes ein anderes Bild geben.

Die Ovarien wurden mit Sublimat-Alkohol-Eisessig nach NAWASCHIN-FINN[5]) fixiert und die Mikrotomschnitte (10 μ) mit Haematoxylin nach DELAFIELD gefärbt oder mit Chromsäure-Eisessig nach SCHAFFNER[6]) fixiert und nach der FLEMMING'schen Dreifarbenmethode behandelt.

Einige Bemerkungen über das *Gynaeceum* von *Plantago major* seien vorausgeschickt. Um die Ovula verdickt sich oft die Placenta, sie wenigstens zum Teil umwallend, so daß sie auf einem Kissen zu ruhen scheinen, wie auch BAILLON[7]) allgemein bemerkt: „Le pla-

1) Botanisches Centralblatt 1895 S. 355, Fußnote.

2) Vgl. L. WETTSTEIN, Handbuch der systematischen Botanik, II. Aufl. 1911 S. 452.

3) Ueber das Verhalten des Pollenschlauches bei *Alchemilla arvensis* (L.) Scop. und das Wesen der Chalazogamie. Lunds Universitets Arsskrift 1900.

4) Ein neuer Fall von Endotropismus des Pollenschlauches und abnormer Embryosackentwicklung bei *Sibbaldia procumbens* L. Sitzungsberichte der math.-nat. Klasse der K. Akad. d. Wiss. Wien 1904.

5) Zur Entwicklungsgeschichte der Chalazogamen *Juglans regia* und *Juglans nigra*. Mémoires de l'acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg 1913.

6) CHAMBERLAIN, Methods in Plant Histology. Chicago 1905.

7) Histoire des Plantes, 9. Band, S. 275, Fußnote.

centa s'áccroît plus ou moins au-dessous des ovules en une sorte de corne ou de capuchon . . . , ou bien il s'ápaissit assez régulièrement autour des ovules". Bei dem gereiften Ovar unserer Spezies zeigt die leicht herausgedrückte Scheidewand nach Entfernung der Ovula förmlich kraterartige Umwallungen. Man vergleiche auch Taf. VII, Figur 6 und 7.

Die Placenta, d. h. der stark verdickte Mittelteil der Scheidewand, besteht, von den Gefäßbündeln abgesehen, aus lockerem, an Interzellularräumen reichen Gewebe von Zellen, die nach der Befruchtung reich an Stärke sind. Der unterste Teil der Scheidewand ist dagegen von dichter Beschaffenheit. Er besteht aus, im senkrecht zur Scheidewand geführten Längsschnitt, rechteckigen, quergestreckten Zellen, die deutliche Längsreihen bilden. Auch die Gipfelpartie der Scheidewand besteht aus dichtem Gewebe, die wie die basale im Gegensatz zur Placenta später stärkearm ist.

Die Ovula, im Gegensatz zu denen von *Plantago lanceolata* zu mehreren in jedem Fache, haben ein einziges, sehr dickes Integument und einen langen, gegen Anfang und Ende trompetenartig erweiterten, Mikropylekanal. Das Knospenkerngewebe ist bis auf geringe Ueberreste geschwunden. Die den Embryosack umschließende innere Zellschicht des Integuments ist pflasterartig regelmäßig, ihre Zellen protoplasmareich. Es ist dies das sogenannte Epithel[1]). Auf dem Querschnitt des Ovulums tritt es als regelmäßiger Zellenkranz besonders deutlich hervor. Der Embryosack zeigt die Eizelle von den zwei Synergiden begleitet und in der Mitte den sekundären Embryosackkern; Antipoden sind nicht zu erkennen[2]).

Ich beobachtete den Pollenschlauch im oberen Teile des lockeren Schwammparenchyms der Placenta (Taf. VII Fig. 1). Der Schnitt zeigt ein ziemlich langes Stück des Schlauches mit protoplasmatischem Inhalt. Figur 2 zeigt einen Pollenschlauch, von oben her oberflächlich auf dem Funiculus kriechend. Nachbarschnitte (Fig. 2 a und 2 b) erlaubten seine Verfolgung bis zur Mikropyle des Ovulums, in die er endlich in gewundenem Verlaufe eindringt.

Daß sich der Pollenschlauch manchmal, in die Nähe der erweiterten Mikropylemündung gelangt, in schraubigem Verlaufe sie gewissermaßen eindreht, zeigt Figur 5. Die verhältnismäßige Dicke der Mikrotomschnitte zugleich mit einem günstigen Zufall

1) Vgl. W. Magnus, Die atypische Embryonalentwicklung der Podosteceen. Flora 1913, S. 320.

2) Vgl. dazu Balicka-Iwanowska, Contribution à l'étude du sac embryonaire chez certains Gamopétales. Flora 1899, S. 62.

ermöglichte es, den schraubigen *Verlauf im Zusammenhang zu* beobachten.

Auch der Schnitt, den Figur 6 darstellt, hat im Vorraum der *Mikropylemündung den Pollenschlauch dreimal, zweimal* quer und einmal längs, getroffen, weil eben der Schlauch nicht direkt, sondern gewunden verläuft. Bei der Figur ist zur Vermeidung eines *Mißverständnisses zu beachten, daß die* Mikropyle ganz rechts gelegen ist und nicht etwa links, wo die kissenartige Anschwellung der Placenta mit dem Integument einen Winkel bildet. Zur Verdeutlichung ist *ein größerer* Teil desselben Ovarschnittes bei schwächerer Vergrößerung in Figur 7 abgebildet. Die Lage des Mikropylekanals und Embryosacks ist durch punktierte Zeichnung, einem Nachbarschnitt entnommen, angedeutet.

Der in Figur 8 dargestellte Schnitt zeigt einen in die Mikropyle eindringenden Pollenschlauch.

Demselben Ovar gehört das Ovulum an, dessen Mikropyle in Figur 9, stärker vergrößert, dargestellt ist. Der von rechts kommende Schlauch, ziemlich inhaltsarm, knäuelt sich vor der Mikropylemündung zusammen, um dann, reich an protoplasmatischem Inhalt, in den Kanal einzudringen.

Mehrfach wurde ein Pollenschlauch im Innern des Mikropylekanals verfolgt.

Ein interessantes Verhalten eines Pollenschlauches zeigt der in Figur 3 dargestellte Schnitt. Er geht von der Placenta-Oberfläche zum Ovulum über und ist dabei hintereinander sechsmal tordiert.

Figur 4 zeigt einen Pollenschlauch, frei neben einem Ovulum, der Mikropyle zustrebend; sein Eindringen in sie wurde konstatiert.

Meine Beobachtungen führen also zu dem einigermaßen überraschenden Ergebnis, daß *Plantago major* n i c h t a p o r o g a m , s o n d e r n p o r o g a m ist: Der Pollenschlauch verläßt das lockere Placentagewebe, geht von der Placenta entweder o b e r f l ä c h l i c h o d e r a u c h f r e i i n d e r O v a r h ö h l e zum Ovulum über und dringt endlich — in mehreren beobachteten Fällen in gewundenem Verlaufe — i n d i e M i k r o p y l e ein.

Entweder ist unsere Spezies von ASCHKENASI nicht untersucht worden, dann wäre ihr abweichendes Verhalten — Porogamie im Gegensatz zu der Aporogamie der von ihm untersuchten Gattungsverwandten — sehr merkwürdig. Könnte nicht aber auch eine Verwechselung mit den von BALICKA-IWANOWSKA l. c. geschilderten Embryosack- H a u s t o r i e n vorliegen, die ja nur im Gewebe verlaufen?

Nach der Befruchtung nämlich treibt der Embryosack diese merkwürdigen Gebilde, Mikropyle- und Chalaza-Haustorien; membranlose Protoplasmamassen, die in das dann stärkereiche Integument eindringen, um dem heranwachsenden Endosperm und dem Embryo Nahrung zu verschaffen. Sie sind mit großem Kern versehen. Vermutlich durch ein ausgeschiedenes Enzym lösen sie die Nährstoffe.[1])

Als ASCHKENASI seine Untersuchungen anstellte, waren wohl diese Embryosack-Haustorien von *Plantago major* noch nicht bekannt, und es erscheint nicht ganz ausgeschlossen, daß er sie für Pollenschläuche ansah. Wie dem aber auch sei; mögen andere *Plantago*-Arten aporogam sein, für *Plantago major* trifft dies nicht zu; diese Spezies ist in normaler Weise porogam. Ich gedenke, auch andere Plantaginaceen auf ihren Pollenschlauchverlauf zu untersuchen.

Herrn Dr. DUYSEN und Herrn Prof. Dr. MIEHE schulde ich Dank für die Erlaubnis, vorliegende Untersuchung im botanischen Institut der landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin auszuführen.

Erklärung der Tafel VII.

Sämtliche Figuren stellen Mikrotom-Längsschnitte durch das Ovar von *Plantago major* L. dar.

Fig. 1. Ein Pollenschlauch im lockeren Placentagewebe von oben nach unten wachsend. Vergr. 600.

Fig. 2. Ein Pollenschlauch, oberflächlich auf dem Funikulus hinkriechend. O deutet die Lage des Ovulums, Pl die der Placenta an. Vergr. 600.

Fig. 2a. Derselbe Pollenschlauch, sich der Mikropyle nähernd. Vergr. 600.

Fig. 2b. Derselbe in die Mikropyle eindringend. Vergr. 600.

Fig. 3. Pollenschlauch, sechsmal tordiert, von der Placenta Pl zum Ovulum O übergehend. Vergr. 625.

---

1) Anmerkung: An dieser Stelle folgte in der der Versammlung vorgelegten Mitteilung ein erläuternder Hinweis auf 4 von mir aufgenommene Mikrophotogramme. Das erste gibt einen Querschnitt durch den engen Mikropylekanal wieder, um den sich ziemlich regelmäßig die 4 Mikropylehaustorien gruppieren. Man sieht, daß die Zellen des von ihnen durchzogenen Gebietes mit Stärkekörnern erfüllt sind. Das zweite und das dritte veranschaulichen Mikropylehaustorien, die sich schmal und fingerartig in das stärkereiche Integumentgewebe erstrecken. Das letzte Photogramm endlich stellt ein Chalaza-Haustorium mit großem Kern in dem stärkereichen Gewebe dar.

Der erheblichen Kosten wegen mußte auf die Reproduktion der Photogramme verzichtet werden.

Fig. 4. Pollenschlauch frei im Ovarraum neben einem Ovulum der Mikropyle zustrebend. Vergr. 600.

Fig. 5. Pollenschlauch, der sich in schraubiger Windung in die Mikropyle eindreht. Vergr. 600.

Fig. 6. Pollenschlauch in drei Schnittstücken sichtbar, nahe der Mikropyle des in Fig. 7 rechts unten dargestellten Ovulums. Die 2 Wülste links gehören nicht dem Ovulum, sondern der Placenta-Umwallung desselben an. Verg. 650.

Fig. 7. Längsschnitt durch den größeren Teil eines Ovars. Das rechte untere Ovulum in 6 zum Teil vergrößert dargestellt. Punktiert (weil einem Nachbarschnitt entnommen) sind der Mikropylekanal und der Embryosack eingezeichnet. Vergr. 43.

Fig. 8. Pollenschlauch in die Mikropyle dringend. Vergr. 600.

Fig. 9. Pollenschlauch, von rechts kommend, knäuelt sich vor der Mikropyle zusammen und dringt, dort ziemlich inhaltreich, in den Kanal ein. Vergr. 1080.

---

44. E. Bachmann: Die Beziehungen der Kieselflechten zu ihrer Unterlage.

III. Bergkristall und Flint.

(Mit 8 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 21. Mai 1917.)

Daß die Silikate Glimmer[1]) und Granat[2]) von Flechtenhyphen chemisch angegriffen werden, habe ich für jenen an unzweifelhaften Aetzspuren, für diesen an stufenweise verfolgbaren Zersetzungserscheinungen nachweisen können. Ob dagegen Quarz selbst, die wasserfreie Kieselsäure, von Flechten mit sichtbarer Wirkung aufgelöst wird, ist eine noch offene Frage.

STAHLECKER[3]) bejaht sie für *Rhizocarpon coniopsoideum* Hepp. ganz sicher, ich habe sie für *Rhizocarpon geographicum* DC. verneinen müssen. STAHLECKER gründet seine Ansicht auf folgenden Versuch:

1) E. BACHMANN, Die Beziehungen der Kieselflechten zu ihrem Substrat. Diese Berichte Bd. XXII, S. 102. Ders., Die Rhizoidenzone granitbewohnender Flechten. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 40.

2) Ders., Die Beziehungen der Kieselflechten zn ihrer Unterlage. II., Granat u. Quarz. Diese Berichte Bd. XXIX, S. 262 ff.

3) E. STAHLBECKER, Untersuchungen über Thallusbildung und Thallusbau usw. Inaug.-Dissertation. Stuttgart 1905.

auf Quarzflächen, von denen die Flechtenanflüge mittels Salpetersäure entfernt worden waren, brachte er eine Fuchsinlösung. Nachdem der Ueberschuß derselben mit Fließpapier aufgenommen worden war, „zeigten sich wirklich die Hyphenbahnen noch rot gefärbt, und es ergab sich in roten Fäden ein mit dem ursprünglichen, das die schwarzen aufliegenden Hyphen dargeboten hatten, übereinstimmendes Bild. Der Quarz ist also faktisch durch die Hyphen genau ihrem Verlauf entsprechend korrodiert worden". Weniger deutlich will er dasselbe bei *Lecidea crustulata* Ach. beobachtet haben.

Für letztere Flechte bot sich mir ein ganz besonders geeignetes Untersuchungsmaterial im Bergkristall der Topasbreccie vom Schneckenstein im Erzgebirge, für einige andere Flechten ein auch noch recht brauchbares im Flint der Insel Rügen.

Der botanischen Untersuchung habe ich eine chemische vorausgeschickt, um die Angreifbarkeit dieser beiden Kieselsäurearten, der wasserfreien und der wasserhaltigen, zu prüfen: In die dünne Paraffinschicht, mit der Proben von ihnen überzogen worden waren, wurden Zeichen eingeritzt, und die so vorbereiteten Mineralien entweder in eine Atmosphäre von Fluorwasserstoffgas gebracht oder mit einem Brei von Flußspatpulver und konzentrierter Schwefelsäure bedeckt. Selbst bei 24stündiger Einwirkung blieb der Bergkristall unverletzt und zeigte nicht das geringste Blindwerden seiner glänzenden Oberfläche. Der Flint war dagegen stark angeätzt und an den bloßgelegten Stellen von einer dicken Kruste weißen, mehligen Kieselsäurehydrats bedeckt. Dementsprechend wäre auch ein verschiedenes Verhalten von Bergkristall und Flint gegen Flechten zu erwarten, wenigstens wahrscheinlich.

Ueber die Topasbreccie, der die untersuchten Bergkristalle entstammen, heißt es in dem Text[1]) zur geologischen Sektion Falkenstein: „Die Hauptmaterie der Schneckensteinbreccie besteht aus gewöhnlich faustgroßen Bruchstücken eines Schiefers, welcher aus dünnen, feinkörnigen Quarzlagern und solchen von feinfaserigem, radialstrahligem und filzigem Turmalin zusammengesetzt ist. Diese Mineralmasse wird zu einem Brockenfels verkittet durch weißen Quarz, in erster Linie aber durch Topas. Zahlreiche Hohlräume enthalten Drusen von wohlausgebildeten Bergkristallen." Durch ihre Kleinheit, Farblosigkeit und Durchsichtigkeit eignen sich diese vorzüglich zur mikroskopischen Untersuchung, selbst mit stärkeren

1) Erläuterungen zur geolog. Spezialkarte des Königreichs Sachsen: M. SCHRÖDER, Sektion Falkenstein, S. 40. Leipzig 1885.

Vergrößerungen. Zu diesem Zwecke werden sie am besten mit Canadabalsam auf Objektträger aufgekittet.

Auch die reinsten, durch starken Glasglanz ausgezeichneten Kriställchen weisen, wie Abb. 1 zeigt, zweierlei Unregelmäßigkeiten der Flächenausbildung auf, erstens eine von „oszillatorischer Kombination" herrührende *zarte Streifung* parallel zu der Kante zwischen Protoprisma und Protopyramide, zweitens eine nicht ganz gleichmäßig verbreitete Rauhigkeit. Sie rührt von zahllosen kleinen, punkt-, linien-, stern- oder fleckenförmigen Vertiefungen her, die 3 bis 6, meistens nur 1 bis 2 μ tief und von sehr ungleicher Größe sind. Die Vertiefung a war, um nur ein Beispiel anzuführen, 57 μ lang und 11,4 bis 26,6 μ breit. Diese Rauhigkeiten müssen sich bei der Entstehung des Kristalls gebildet haben, wie, darüber spreche ich keine Vermutung aus, hebe aber das Vorhandensein von Kohlen-

Abb. 1. Prismenfläche eines Bergkristalls mit zwei Unregelmäßigkeiten der Kristallausbildung: Parallelstreifung und Rauhigkeit. $^{28}/_{1}$.

dioxydlibellen im Innern des Minerals ausdrücklich hervor. Jedenfalls sind sie nicht nachträglich entstanden, wie die drei Stellen an den beiden Prismenrändern, wo der muschelige Bruch die äußere mechanische Einwirkung unmittelbar erkennen läßt.

Ueber manche dieser Bergkristalle haben sich nun von der zusammenhängenden Topasbreccie her Flechtenränder ausgebreitet, wie Abb. 2 erkennen läßt, in der aber nur die rechte Hälfte einer Prismenfläche mit ihrer Flechtenbedeckung dargestellt worden ist. Der Grund der Fläche ist bereits von Thallusfeldern bedeckt, deren Alter man sicher auf mehrere Jahre schätzen darf. Von ihnen aus erstreckt sich der schwarze Prothallus, der aber an einigen Punkten auch schon, von Gonidien befallen, Thallusfelder zu bilden beginnt, nach dem freien Ende des Kristalls.

Nachdem das Präparat auf dem Tisch des Mikroskops durch Klemmen befestigt worden war, befeuchtete ich das Vorlager mit

warmem Wasser und strich nach dessen Erkaltung mit einer ausgeglühten enthärteten Stahlnadel leicht über die Oberfläche des Kristalls und zwar rechtwinklig zur Ausbreitung der Prothallushyphen. Dabei lösten sich die getroffenen Hyphenteile leicht von der Unterlage los, und es entstand eine schmale Lücke im Hyphenverlauf. Da das basale und apikale Stück der schwarzen Hyphen erhalten geblieben war und da sie ihren Ort nicht verändert hatten, mußte eine Aetzspur an der weggekratzten Stelle sichtbar werden, falls die Flechten den Bergkristall chemisch anzugreifen vermögen. Aber selbst bei 220 facher Vergrößerung war davon nichts zu sehen.

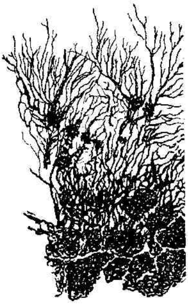


Abb. 2. Rechte Hälfte einer Bergkristall-Prismenfläche, mit Lagerfeldern und Vorlager von *Lecidea crustulata*. $^{23}/_{1}$.

Der Versuch wurde dann weiter basiswärts mit gleichem Erfolg wiederholt. Hierauf entfernte ich eine, dann mehrere von den Areolen am Grunde des Kristalls, sah aber auch hier eine unverletzte, stark glänzende Prismenfläche zum Vorschein kommen. Schließlich wurde das ganze Gewebe bis auf die untersten Thallusfelder und die äußersten Prothallusspitzen entfernt und nun dieses Präparat unter dem Objektiv verschoben, bis es sich mit dem vorhergezeichneten Bilde (Abb. 2) bei Betrachtung durch den Abbeschen Zeichenapparat genau deckte. Hätten die Flechtenbestandteile den Bergkristall angeätzt, so würde man jetzt einen Unterschied zwischen den nackten Stellen desselben und denen, die von Hyphen bedeckt gewesen waren, erkennen müssen.

Das war nicht der Fall, beide glichen sich vollständig. Die entblößte Fläche zeigte, in völliger Uebereinstimmung mit der in Abb. 1 dargestellten Prismenfläche, nur die beiderlei Unregelmäßigkeiten der Kristallausbildung, die den Schneckensteinkristallen eigen sind.

Aus alledem schließe ich, daß selbst mehrjährige Einwirkung des Lagers von *Lecidea crustulata* Ach. nicht imstande ist, die Substanz des Bergkristalls chemisch anzugreifen.

Flint eignet sich weniger gut als Bergkristall zur mikroskopischen Untersuchung. Denn obschon er sich leicht in dünne Splitter zerschlagen läßt, bleiben diese infolge ihrer dunklen Farbe oder

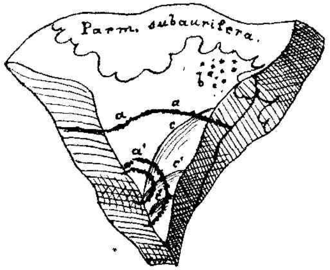


Abb. 3. Ein Stück Flint in natürlicher Größe; bei a, a', a'' von Spalten durchzogen, bei b Grübchen mit kleinen Flechtenlagern, bei c, c', c'' künstliche Schlagflächen von muscheligem Bruch.

Trübheit zu undurchsichtig, um in durchfallendem Lichte untersucht zu werden. Auffallendes Licht aber gestattet die Anwendung von höchstens hundertfacher Vergrößerung.

Auch das in Abb. 3 dargestellte Flintstück gestattete nur die Anwendung auffallenden Lichtes. Seine Oberfläche war von vielen kleinen Vertiefungen wie pockennarbig und an den drei, durch a, a', a'' bezeichneten Bogenlinien von tiefgehenden Spalten durchzogen. Längs der beiden ersten Spalten hatte sich *Lecanora polytropa* (Ehrh.) Th. Fr., *F. illusoria* Ach., auf der dritten und in den meisten Grübchen, nicht bloß bei b, wie es die Zeichnung darstellt, sondern auf der ganzen Oberfläche, *Buellia stellulata* (Tayl.) Br. et Rostr. angesiedelt. Nur auf den durch muscheligen Bruch ausgezeichneten

frischen Bruchflächen c, c', c'' fehlten die flechtenerfüllten Grübchen. Endlich hatte sich vom oberen Rande her ein Lager von *Parmelia subaurifera* Nyl. bis zu 2½ cm Breite über den Stein ausgebreitet.

In trockenem Zustande ließ sich diese Blattflechte nicht ohne arge Verletzung und unter Zurücklassung beträchtlicher Unterrindenteile von dem Stein trennen. War sie aber mit Wasser längere Zeit aufgeweicht worden, so gelang die Trennung bei vorsichtigem Darunterfahren mit einem enthärteten Skalpell immer ohne nennenswerte Verletzung der Flechtenunterseite. Bei mikroskopischer Betrachtung zeigte diese eine große Anzahl von Rhizoiden, die samt und sonders zu Fußplatten mit sternförmigem Umriß ausgewachsen waren (vgl. Abb. 4). Ihr Durchmesser schwankte bei kreisrunden

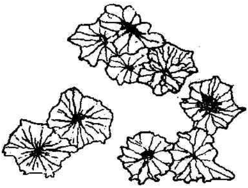


Abb. 4. Neun Haftplatten von Rhizoiden der Flechte *Parmelia rubaurifera*, von der Unterseite gesehen. $^{78}/_{1}$.

Platten zwischen 152 und 217 μ; bei einer länglichrunden betrug der längste Durchmesser 310, der kürzeste 235 μ. Der mehr oder weniger deutlich strahlige Bau dieser Fußplatten erklärt sich aus der durch Abb. 5 veranschaulichten reihenweisen Anordnung seiner Zellen, die farblos, dickwandig sind und ein lufterfülltes, darum dunkel aussehendes, enges Lumen besitzen. Sie sind zu einer einschichtigen Platte vereinigt, welche in dem dargestellten Fall vom Stiel bis zur äußersten Spitze des Randes 239,4 μ, rechtwinklig dazu 77,4 μ Radius mißt. Die Durchmesser des Stiels betrugen nur 22,3 und 19 μ. Die Stiellänge der Rhizoiden erwies sich in Mikrotomschnitten 95 bis 115 μ. Meist sind die Fußplatten völlig eben, manchmal konkav, selten konvex. Der Höhenunterschied zwischen Mitte und Rand beträgt bis zu $^{1}/_{12}$ vom Durchmesser, meist aber viel

weniger, entsprechend der Flintoberfläche, der sie eng angeschmiegt sind. In die größeren und stärker gewölbten Grübchen des Steins sind die Rhizoiden nicht eingedrungen, weil die schon mit kleinen Lagern von *Buellia stellulata* und *Lecanora polytropa* erfüllt waren, die den Flint bereits besiedelt hatten, ehe die *Parmelia* vom Rande her über sie hinwegwuchs.

Da Flint gegen Fluorwasserstoff weniger widerstandsfähig ist als Bergkristall, wäre es wohl denkbar, daß die Fußplatten ihn durch irgend ein Absonderungsprodukt chemisch beeinflußten. Wäre das wirklich der Fall, so müßte ihre so außerordentlich charakteristische Sternform als Aetzspur bei 78- und 94 facher Vergrößerung sichtbar sein. In Wahrheit war davon nicht das geringste zu sehen,

Abb. 5. Die Hälfte einer Haftplatte von *Parmelia rubaurifera*, stärker vergrößert. $^{220}/_{1}$.

und ich schließe daraus, daß die Fußplatten der Rhizoiden von *Parmelia rubaurifera* den Flint chemisch nicht anzugreifen vermögen, sondern nur mechanisch, wenn auch mit großer Festigkeit, an ihm haften.

Die Einrichtungen, durch welche die Befestigung an dem Flint so vortrefflich besorgt werden, sind am besten an einem Längsschnitt durch eine der Rhizoiden zu erkennen: Wie Fig. 6 zeigt, besteht der etwa 90 μ lange und 32 μ dicke Stiel aus einer einschichtigen, dunkelbraunen, 6,2 bis 7,9 μ dicken Epidermis und einem Kern hellbrauner Hyphen. Die Zellen jener sind isodiametrisch, im Längsschnitt gesehen quadratisch und besitzen ein sehr enges, protoplasma-

erfülltes Lumen. Dieses wird von einer doppelten Wandschicht umschlossen, einer inneren dünnen, farblosen und einer äußeren, dickeren, dunkelbraunen. In ihrer Gesamtheit sind diese Epidermiszellen noch von einer dünnen hellbraunen Wandschicht kutikulaähnlich überzogen. Am Stielgrunde geht die Epidermis in die genau ebenso beschaffene unterseitige Rinde des Lagers über, die sich nicht bloß durch große Härte, sondern auch durch ungewöhnliche Sprödigkeit auszeichnet, wie daraus ersichtlich ist, daß sie beim Schneiden mit dem Mikrotom regelmäßig zerbricht, wogegen die hellere und dünnere oberseitige Rinde in ihrem Zusammenhange nicht gestört wird. Nach der Fußplatte zu, etwa bei Dreiviertel der Stiellänge beginnend, wird die Epidermis des Stieles heller, ihre Zellen sind in der Richtung der Stielachse gestreckt, die der Fußplatte zunächst

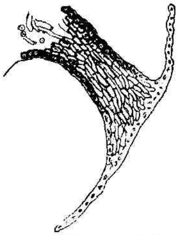


Abb. 6. Querschnitt durch ein Rhizoid mit Haftplatte von *Parmelia subaurifera*. $^{320}/_{1}$.

liegenden sind ungefärbt und gehen so allmählich in die eigentümlichen Zellen der Fußplatte über, die mit einem Worte als Schleimzellen bezeichnet werden können. Ihre Wände sind ebenfalls sehr dick, nicht oder undeutlich geschichtet, ganz farblos, stark quellbar und umschließen ein enges, lufterfülltes Lumen. Querwände zwischen den benachbarten Zellen sind nicht erkennbar; man sieht nur eine homogene, farblose Schleimplatte, in welche die Luftbläschen als ganz kleine, weit voneinander abstehende Pünktchen eingebettet sind. Daß sich eine solche ausgedehnte Schleimfläche der Unterlage aufs Innigste anschmiegen und durch einfache Adhäsion fest mit ihr verkleben muß, ist klar.

Die weite Höhlung des Stieles ist nicht ganz bis zum Grunde ziemlich lückenlos mit bräunlichen, langgliedrigen Hyphen erfüllt, die im allgemeinen mit der Längsachse des Stieles parallel verlaufen.

Ihre Zellen sind 3, höchstens 4 μ lang, 8 bis 12 μ lang und werden von einem kaum 1 μ dicken Protoplasmafaden durchzogen. Nach der Fußplatte werden sie farblos, an der Stielbasis gehen sie ziemlich unvermittelt in die zarten, farblosen Hyphen des sehr lückenreichen Marks über.

Nach ZUKAL[1]) dient diese Hyphenmasse des Rhizoidenstieles der W a s s e r l e i t u n g; er steht nicht an, sie geradezu mit einem „Saugdocht" zu vergleichen. Daneben unterstützt sie sicherlich die Epidermis, die in erster Linie als m e c h a n i s c h e s Gewebe anzusehen ist, in ihrer Aufgabe, die unterseitige Rinde mit dem Flint fest zu verbinden. Endlich dürfte den Rhizoiden noch die biologische Bedeutung von Wasserspeichern zukommen, wie die Quellbarkeit des Stielendes und besonders der Fußplatte erkennen läßt. In dem flachen, kaum 100 μ mächtigen Hohlraum zwischen der unterseitigen Rinde des Flechtenlagers und den Fußplatten muß sich eingedrungenes Regenwasser lange halten, und wenn es von den Saugdochten dem Flechtenlager zum größten Teil zugeführt worden ist, muß es von den Schleimplatten der Rhizoiden noch festgehalten werden. Kleine, fremdartige Algenkolonien, die der Innenseite der Fußplatten nicht selten anliegend gefunden werden, sprechen auch dafür, daß dieser Hohlraum eine natürliche „feuchte Kammer" darstellt.

Die äußersten Randlappen der Flechte sind mit dem Flint noch nicht verklebt, weil ihre Rhizoiden noch keine Haftplatten entwickelt haben. Sie ähneln bei etwa 50 μ Länge den von ROSENDAHL[2]) beschriebenen und abgebildeten Rhizoiden der *Parmelia aspidota*, von denen Verfasser sagt: „An der Spitze des Rhizoids erscheinen die Hyphen infolge starker Vergallertung ihrer Membranen nach unten zu einer Quaste aufgelöst und in ein förmliches Gallertbett eingehüllt. Bisweilen kommt es vor, daß die Gallertmassen von 2 oder 3 mit den Enden sich berührender Rhizoiden zu einer einheitlichen Gallertmasse verschmelzen, die dann, wie eine breite Haftscheibe erscheint." Auch bei der flintbewohnenden *Parmelia subaurifera* habe ich die seitliche Verwachsung benachbarter Fußplatten beobachtet.

Die Flechte *Lecanora polytropa* (Ehrh.) Th. Fr. *f. illusoria* Ach. hatte sich auf dem in Fig. 3 dargestellten Flintstück hauptsäch-

1) ZUKAL, HUGO, Morphologisch-biologische Untersuchungen über die Flechten, II., S. 36. Aus den Sitzungsberichten der Kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturwiss. Klasse. Bd. IV, Abtlg. I, Dez. 1895.

2) ROSENDAHL, FRIEDRICH, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über die braunen Parmelien. Nova Acta d. Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher Bd. 87, S. 411, Taf. XXV, Fig. 5.

lich längs der beiden Spalten a und a' entwickelt. Nach längerem Aufweichen in warmem Wasser ließen sich die apotheziumtragenden kleinen Lagerpolster von der Unterlage lösen, so daß die weiße glatte Flintfläche unversehrt zutage trat. In trockenem Zustande oder bei nicht genügendem Anfeuchten bleibt ein dünnes Häutchen der Lagerunterseite am Steine haften. Es besteht nur aus weißem Hyphen, die mit dem Substrat fest verklebt sind, oder enthält auch noch Teile der Gonidienschicht und sieht dann grünlich aus. Von Aetzspuren ist nicht das geringste zu sehen wohl aber hat die Fleche in den 12 mm tiefen Spalt bis zu 11 mm Tiefe hinab ein feinmaschiges Netz von rhizoidalen Hyphen getrieben. Die jüngeren von ihnen sind farblos, höchstens 2 μ dick, verzweigt, undeutlich gegliedert und sehen bei Lupenbetrachtung wie feinstes Spinnengewebe aus. Das gröbere, schmutzig bräunliche Netz besteht aus anastomosierten Strängen, deren jeder aus zahlreichen, parallel nebeneinander verlaufenden, aber nicht verwachsenen, bis 3 μ dicken Hyphen besteht. An einigen Stellen des Spaltes finden sich außerdem grüne Anflüge von *Pleurococcus*zellen und von *Chlorococcum grumosum*. Auch hier sind auf der völlig glatten Spaltfläche keinerlei Aetzspuren zu erkennen, nichts als die durch Kapillarität festgehaltene Feuchtigkeit hat die Flechtenhyphen in den Spalt gelockt und ihre reiche Ausbreitung ermöglicht. Aus demselben Grunde haben sich die kleinen Lager der *Buellia stellulata* die Grübchen der pockennarbigen Flintoberfläche zur Besiedelung ausgewählt, sind an ihr festgeklebt, ohne sie anätzen zu können.

Eine Ausnahme, aber anch nur eine scheinbare Ausnahme, macht der bekannte weiße, kreideartige Ueberzug, von dem nicht selten dunkle und völlig homogene Flinte bedeckt sind. In einem Falle war dieser Ueberzug etwa ½ mm dick, aber nicht „mehlartig“, wie oft angegeben wird, nicht einmal kreideartig; denn dann hätte er sich mit einer Bürste wegbürsten lassen müssen, während er sich höchstens mit einem enthärteten Messer wegkratzen ließ. Er war also viel weicher als seine dunkle Unterlage und zwar infolge einer äußerst feinporösen, erdigen Beschaffenheit.

Auf ihm hatte sich *Placodium saxicolum* (Poll.) Kbr. ausgebreitet und sogar einige Lappen auf den homogenen Flint hinübergeschickt. An etlichen Stellen war die Flechte schon abgestorben und hatte sich hier von dem Stein losgelöst, aber unter Zurücklassung eines deutlichen Bildes ihrer ehemaligen Ausbreitung: die Kontur der Lappen war durch zwei schmale, schwarze, erhöhte Linien gekennzeichnet, wogegen sich die Mitte zwischen beiden Strichen durch bräunliche Färbung von dem reinen Weiß der kreideartigen

Flintkruste abhob. Bei mikroskopischer Untersuchung der abgekratzten Rückstände zeigte sich, daß die schwarzen Ränder aus Gruppen dickwandiger, brauner, kugelförmiger, Zellen bestanden und daß die bräunliche Mitte aus einem Gemenge von Flintsplitterchen, die im dunklen Gesichtsfeld schwach leuchten, und farblosen, zarten Flechtenhyphen zusammengesetzt war. Die Erklärung ergibt sich aus dem anatomischen Bau der Thalluslappen: Sie sind schwach rinnenförmig und wenden die konkave Seite dem Stein zu. Im Querschnitt folgt, wie Abb. 7 zeigt, auf eine sehr dicht paraplektenchymatische, farblose oberseitige Rinde von 22,8 bis 38 μ Dicke eine ungefähr ebenso mächtige Gonidienschicht, dann eine sehr lückenreiche Markschicht, die nach unten durch eine einschichtige Rinde, oder vielmehr nur durch den Versuch zu einer unterseitigen Rinde begrenzt ist. Ihre rundlichen, 4 bis 5 μ messenden Zellen besitzen in ihrer Membran eine braune Außenschicht, die aber öfters

Abb. 7. Querschnitt durch einen Thalluslappen von *Placodium saxicolum*, schematisch gezeichnet: o R = oberseitige Rinde, G = Gonidienschicht, M = Mark, u R = unterseitige Rinde, P = Verdickungspolster der unterseitigen Rinde, Rh = rhizoidale Hyphen.

nur an der dem Stein zugewendeten Zellhälfte vorhanden ist, an der markwärts gewendeten fehlt. Außerdem treten zwischen ihnen viele Lücken auf, an denen zarte, farblose rhizoidale Hyphen dem Stein zu wachsen, die also, einen dichten Bart bildend, die unterste Begrenzungsschicht des Flechtenlagers darstellen. An beiden Lappenrändern aber ist die geschilderte Rinde zu mächtigen schwarzen Polstern (P in Abb. 7) verdickt, deren kugelrunde Zellen 4 bis 6 μ messen, in mehr oder weniger radiär gerichteten Reihen bis zu sechs hintereinander angeordnet sind und ebenfalls kleinere und größere Lücken zwischen sich lassen, denen jedoch nie rhizoidale Hyphen entspringen. Ihr ganz kleines, punktförmiges, protoplasmaerfülltes Lumen wird von einer sehr dicken, farblosen und diese wieder von einer dünnen, dunkelbraunen Membranschicht umgeben. Die untersten Polsterzellen sind an ihrer steinwärts gewendeten Seite noch von einer 1 bis 2 μ dicken, farblosen Gallertschicht bedeckt, durch

welche die beiderseitigen Polster mit dem Stein fest verklebt werden. So entsteht zwischen dem Thalluslappen und dem Stein ein flach tunnelförmiger Hohlraum, der ebenfalls als „feuchte Kammer" anzusprechen ist.

So ist der Bau der Lagerlappen, die sich auf dem homogenen schwarzen Flint von Rügen und auf Sandstein von Hiddensöe ausgebreitet hatten. Die auf der weißen, kreideartigen Rinde gewachsenen Lappen haben eine noch schwächer entwickelte unterseitige Rinde; an den meisten Querschnitten fehlt sie ganz, an anderen treten nur vereinzelte oder kurze Reihen von braunen Rindenzellen zwischen den beiden Randpolstern auf. Fast überall dringt das Mark unmittelbar in die rhizoidalen Hyphen bis zum Stein vor und wegen der porös-erdigen Beschaffenheit desselben sogar in ihn ein. Daß

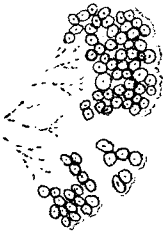


Abb. 8. Verdickungspolster der unterseitigen Rinde, stark vergrößert. $^{770}/_{1}$.

dabei eine nennenswerte Auflösung der Kieselsäure durch die rhizoidalen Hyphen stattgefunden hätte, etwa so, wie sie Bohnenwurzeln auf einer polierten Marmorplatte bewirken, habe ich nicht konstatieren können. Bei genauer Einstellung des Tubus auf den bräunlichen Raum zwischen zwei schwarzen Randpolsterlinien und dann auf die reinweiße Steinrinde außerhalb des ehemaligen Thallusverlaufes konnte ich keinen Höhenunterschied einwandsfrei feststellen.

Kurz, die vier untersuchten Flechten sind nicht imstande, auf der für Fluorwasserstoff so leicht angreifbaren Flintsubstanz Aetzspuren zu hinterlassen. Ihre chemische Einwirkung auf die Kieselsäure ist ganz geringfügig. Die große Festigkeit, mit der sie dem Stein anhaften, wird durch Klebzellen an besonderen Organen

bewirkt (*Parmelia subaurifera* und *Placodium saxicolum*). Bei *Lecanora polytropa f. illusoria* und bei *Buellia stellulata* fehlen Klebzellen; sie adhäsieren an dem Stein, indem sich die dicht paraplektenchymatisch gebaute Unterseite des Lagers den Unebenheiten des Flints genau anschmiegt; nur in Gesteinsspalten senden sie rhizoidale Hyphen oft bis zu bedeutenden Tiefen.

45. Peter Stark: Über die Variabilität der Blüte von Paris quadrifolia.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 22. Mai 1917.)

In meiner vor zwei Jahren erschienenen Arbeit über die Gliederzahlschwankungen im Laubblattquirl von *Paris quadrifolia* habe ich einen zweiten Teil, der sich auf die Blütenverhältnisse erstrecken soll, in Aussicht gestellt. Diese Untersuchungen sind im wesentlichen abgeschlossen, so daß ich einen vorläufigen Bericht zu geben vermag.

I. Überblick über die beobachteten Blütenvariationen.

Ich beginne damit, eine Uebersicht über die beobachteten Blütenvariationen zu geben. Als Unterlage diente mir ein Material von über 11 000 Blütensprossen, die den früher näher bezeichneten badischen Standorten entstammen. Wie beim Laubblattquirl, so kann auch hier betont werden, daß die Variabilität im Vergleich zu deutschen und außerdeutschen Nachbargebieten außerordentlich hoch ist. Man kann die auftretenden Variationen gliedern in solche, die mehr lokaler Natur sind und das Diagramm unregelmäßig stören und solche, durch die der Bauplan in harmonischer Weise geändert wird.

1. Lokale Veränderungen.

a) Metamorphosen. Beobachtet wurde die Umwandlung von Kelchblättern in Laubblätter, von Petalen in Sepalen, von Sepalen in Petalen, von Antheren in Kronblättern und schließlich von Karpellen in Antheren. Häufig sind auch Zwischenbildungen zwischen Laubblättern und Kelchblättern oder zwischen Kelchblättern und Kronblättern. Sie treten besonders in solchen Sprossen

auf, wo sowohl die Laubregion als auch die Blütenregion ihre Quirle in Spiralen auflöst, so daß ein kontinuierlicher Uebergang von Kreis zu Kreis stattfindet. Oft ist die Metamorphose nur halbseitig.

b) Gabelung. Wie bei den Laubblättern treten auch bei den Blütenorganen vielfach ± weitgehende Spaltungen auf, seltener bei Petalen und Sepalen, sehr häufig aber bei Antheren und Griffeln.

c) Vermehrung. Entsprechend unseren Beobachtungen über den Laubblattquirl zeigen auch oft die verschiedenen Blütenkreise einzelne oder mehrere überschüssige Glieder. Dies gilt in besonderem Maße von den Staubblättern und zwar in erster Linie von denen, die vor den breiteren Kelchblättern stehen. Mitunter trägt eine einzelne Sepale drei nebeneinandergestellte Antheren. Die Spaltung der Staubblätter erfolgt meist in radialer, seltener in tangentialer Richtung.

d) Verminderung. Unterzähligkeit eines Blütenquirls ist eine viel seltenere Erscheinung als Ueberzähligkeit. Solche Fälle sind besonders im Kronblattkreis anzutreffen, wo der Schwund sich häufig auf mehrere Glieder erstreckt. Bemerkenswert ist, daß die Reduktion oft unvollständig ist, derart, daß man in vielen Fällen noch einen kleinen Stummel erkennen kann.

2. Harmonische Aenderungen des Bauplans.

a) Veränderte Ausgestaltung einzelner Blütenquirle. Hier sind zwei Fälle zu nennen. Der erste bezieht sich auf den Sepalenkreis. An dem Standort von Döggingen (Baar) und Schönberg (Breisgau) stößt man häufig auf ganze Rudel von Sprossen, die durch ihre abnorm vergrößerten, oval verbreiterten, netzadrigen Kelchblätter auffallen, so daß die Blüte einen ganz neuen Habitus erhält. Der zweite Fall betrifft die Antherenkreise. An manchen Standorten zeigen sie, ohne daß sich ein äußerer Grund dafür angeben ließe, die Tendenz zu vergrünen. Sie unterscheiden sich makroskopisch dann in keiner Weise von den Kronblättern. Dieser Vorgang erinnert daher durchaus an die gefüllten Blüten.

b) Einfügung neuer Blütenquirle: Hie und da begegnet man Diagrammen, die dadurch auffallen, daß zwischen Sepalen und Petalen ein dritter Quirl von Perigonblättern eingeschaltet ist, der morphologisch die Mitte einhält und ebenfalls Antheren trägt. Während es sich hier aber um vereinzelte Ausnahmen handelt, ist ein anderer Typus von Quirlvermehrung recht häufig. Er kommt dadurch zustande, daß die episepalen Staubgefäße sich alle in tangentialer Richtung spalten. Jedem Kelchblatt sind dann zwei hintereinanderstehende Staubblätter vorgelagert.

c) Verdoppelung der Gliederzahl in einem Quirl. Dieser Fall, bis jetzt bloß bei den Kelchstaubblättern beobachtet, schließt sich an den soeben geschilderten an. Alle episepalen Staubgefäße spalten sich in radialer Richtung, so daß jedes Kelchblatt zwei nebeneinandergestellte Staubblätter trägt.

d) Ausschaltung eines Quirls. Es wurde schon erwähnt, daß die Kronblätter in höherem Maße zum Schwunde neigen. So trifft man denn auch dann und wann Formen, bei denen dieser Prozeß bis zu völliger Apetalie fortgeschritten ist.

e) Harmonische Vermehrung oder Verminderung aller Quirlzahlen. Wenn die Vermehrung oder Verminderung alle Quirle gleichzeitig trifft, dann gelangen wir zu

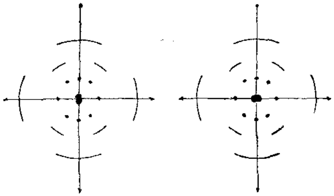


Abb. 1. Diagramme mit veränderter Symmetrie. 3 Staubblätter und 2 Kronblätter an je einem Pol zusammengerückt.

radiären Blütendiagrammen, die im Gegensatz zu dem normalen Vierertypus trimer, pentamer, seltener hexamer oder gar heptamer sind.

f) Aenderung der Symmetrieverhältnisse. Eine Verschiebung der Symmetrieverhältnisse ist natürlich schon dadurch gegeben, daß einzelne Blütenteile ausfallen, eingeschoben werden oder eine abnorme Gestaltung erleiden. Ich denke hier aber nur an jene Fälle, wo der radiäre Typus durch ein Verrücken der Blütenglieder gegeneinander verlassen wird. Diese interessante Abweichung wurde bloß zweimal beobachtet. In beiden Fällen war die Karpellzahl auf zwei reduziert (Abb. 1). Eine Erklärung des beigefügten Schemas ist wohl überflüssig. Wesentlich ist, daß nur noch zwei ungleichwertige Symmetrieebenen vorhanden sind.

II. Die Korrelationen zwischen den verschiedenen Quirlen.

Wir haben im Bisherigen die Blütenwandlungen im einzelnen beschrieben und wollen nun die Beziehungen erörtern, die zwischen den verschiedenen Quirlen bestehen. Unsere Betrachtung erstreckt sich hierbei lediglich auf die Quirlzahlen. Daß in der überwiegenden Zahl der Fälle keine Willkürlichkeit herrscht, sondern daß für die Abweichungen nach der Plus- und Minusrichtung besonders dann, wenn gleichzeitig mehrere Kreise variieren, ganz bestimmte Regeln gelten, erscheint ja keineswegs verwunderlich. Die erste Frage, die hierbei auftaucht, ist die, ob an bestimmte Veränderungen des Laubblattquirls auch solche der Blütenregion geknüpft sind, oder mit anderen Worten: besteht zwischen der Gliederzahl des Laubblattquirls und der irgend eines Blütenquirls eine Korrelation? Diese Frage soll durch Tabelle I, und zwar an Laub- und Kelchblättern,

Tabelle I. Korrelation zwischen Laubblatt- und Kelchblattquirl.

Zahl der Laubbl.	Zahl der Kelchblätter 3	4	5	6	7	Mittl. Zahl der Kelchbl.	Zahl der Fälle
3	**204**	94	12	1	—	3,39	311
4	54	**8 378**	19	3	—	4,00	8 454
5	14	111	**458**	1	1	4,18	2 319
6	—	2	**55**	10	—	4,43	176
7	—	—	**3**	**3**	1	5,33	9
—	272	10 430	547	18	2	—	11 269

illustiert werden. Als Grundlage für die statistische Zusammenstellung diente hier das gesamte verarbeitete Material. Allerdings ist hierzu zu bemerken, daß nur die Sprosse mit abweichender Gliederzahl vollzählig dem Standort entnommen wurden, die Vierersprosse nur zum Teil. Dadurch wird aber das Resultat nicht in wesentlicher Weise beeinflußt. Auf alle Fälle ergibt die Uebersicht mit unverkennbarer Deutlichkeit, daß mit der Quirlzahl im Laubblattkreis auch die mittlere Gliederzahl der Kelchblätter zunimmt. Der Mittelwert erhebt sich in ansteigender Reihe von 3,39 auf 5,33; somit ist eine ausgesprochene Korrelation vorhanden. Um noch die Beziehung der übrigen Blütenquirle zu dem Laubblattkreis zu erhalten, gebe ich in Tabelle II die Mittelwerte der anderen Kreise wieder. Tatsächlich ist mit kleinen Verschiebungen das Verhältnis überall dasselbe.

Nach diesen Ergebnissen war zu erwarten, daß auch die einzelnen Blütenkreise untereinander korrelativ verknüpft sind, und dies

hat sich auch durchaus bestätigt. Ich beschränke mich hier auf die Wiedergabe eines einzelnen Falles, die Beziehungen zwischen Kelch- und Kelchstaubblättern. Wir sehen aus Tabelle III, daß mit der Zunahme der Kelchblätter von 3 zu 7 die mittlere Kelchblattzah von 3,70 bis 7,00 ansteigt, und die Verknüpfung der zugeordneten Werte ist hier besonders schön. Aber auch bei Kreisen, die einander ferner stehen, wie Kelchkreis und Karpellkreis, springt die Korrelation sehr klar in die Augen.

Tabelle II. Korrelation zwischen Laubblattquirl und Blütenquirlen.

Zahl der Laubbl.	Mittlere Gliederzahl der					Zahl der Fälle
	Kelchbl.	Kronbl.	Kelchstbbl.	Kronstaubblätter	Fruchtbl.	
3	3,39	3,25	3,89	3,40	3,81	311
4	4,00	3,97	4,03	4,01	4,00	8454
5	4,18	4,00	4,29	4,12	4,13	2319
6	4,43	4,01	4,51	4,28	4,30	176
7	5,33	4,67	5,89	4,89	5,44	9

Tabelle III. Korrelation zwischen Kelch- und Kelchstaubblättern.

Zahl der Kelchbl.	Zahl der Kelchstaubblätter							Zahl der Fälle	Mittl. Staubbl.-Zahl
	2	3	4	5	6	7	8		
3	—	**127**	10	31	6	1	—	272	3,70
4	—	1	**10 029**	344	44	9	3	10 430	4,04
5	—	2	5	**528**	12	—	—	547	5,01
6	1[1]	—	—	—	**16**	1	—	18	5,83
7	—	—	—	—	—	**2**	—	2	7,00
	1	130	10 141	903	78	13	3	11 269	—

Wir haben bisher die Verhältnisse im großen betrachtet und wollen nun zu den einzelnen Blütendiagrammen übergehen. Wir wollen die Etappen betrachten, die vom regulären Vierertypus aufsteigend zum regulären Fünfertypus und absteigend zum regulären Dreiertypus führen. Der Kürze halber geben wir das Diagramm einfach in hintereinander gefügten Zahlen wieder und nehmen dabei — bei der engen Zugehörigkeit — auch den Laubblattquirl mit auf, so daß wir für den regulären Vierertypus das Diagramm 4 : 4 . 4 . 4 . 4 . 4 erhalten. Wir führen also die 8 Staubgefäße, obwohl sie in einem

1) Durchaus abnorme Blüte!

Kreise stehen, als doppelten Quirl an, weil sich fast ausnahmslos eine deutliche Zuordnung zu einem der beiden Perigonkreise erkennen läßt, und zwar auch dann, wenn ein überschüssiges Glied vorhanden ist. Auf dem Wege vom regulären Vierertypus zum Fünfertypus (4 . 4 . 4 . 4 . 4 . 4 . —> 5 . 5 . 5 . 5 . 5 . 5 .) liegt eine Menge von Zwischenstationen. Da erhebt sich naturgemäß die Frage: treten alle die nach der Permutationsrechnung möglichen Fälle in gleicher Anzahl auf? Hierüber soll Tabelle IV (linke Seite) Auskunft geben. Man erkennt sofort, daß von den 64 möglichen Diagrammen ein großer Teil vollständig fehlt, ein weiterer Prozentsatz nur mäßig vertreten ist, und daß der Hauptanteil auf ganz bestimmte Variationen entfällt. Greifen wir diese — 95 pCt. aller Zwischenstufen — heraus, dann erhalten wir folgendes Bild:

4 . 4 . 4 . 4 . 4 . 4 .	(7949)	5 . 4 . 4 . 4 . 4 . 4 .	1589
5 . 4 . 4 .	107.	5 . 4 . 4 .	140
[4 . 5 . 4 . 5 . 4 . 4 .	2] [1]	5 . 5 . 4 . 5 . 4 . 4 .	126
[5 . 5 . 5 .	5]	5 . 5 . 5 .	92
[4 . 5 . 5 . 5 . 5 . 5 .	5]	5 . 5 . 5 . 5 . 5 . 5 .	(157)
	119		1947

Hieraus ergibt sich: die Blütenkreise zeigen nur dann eine starke Tendenz zur Vermehrung, wenn eine solche schon im Laubblattquirls erfolgt ist. Nur 6 % der Variationen gehören der linken Seite an. Eine Betrachtung der rechten Seite zeigt ferner: auf den Laubblattkreis folgt zunächst der Kelchstaubblattkreis, dann der Kelchkreis; im weiteren der Kronstaubblattkreis zusammen mit den Karpellen und schließlich die Kroublätter. Auf der linken Seite bildet bloß die erste Phase (4 . 4 . 4 . 5 . 4 . 4) ein deutliches Maximum. Das hängt z. B. wohl damit zusammeu, daß hier die Neigung zur Vermehrung äußerst gering ist.

Wir können übrigens den Diagrammen noch eine andere Fassung geben, indem wir schreiben $4 . \genfrac{}{}{0pt}{}{4 . 4}{4 . 4} . 4.$ Hierin bedeutet die obere Zeile Kelch und Kronblätter, die untere die zugehörigen Laubblattquirle. Danach hätten wir folgende, besonders ausgezeichnete Entwicklungsphasen.

$$4 . \genfrac{}{}{0pt}{}{4 . 4}{4 . 4} . 4 . \rightarrow 5 . \genfrac{}{}{0pt}{}{4 . 4}{4 . 4} . 4 . \rightarrow 5 . \genfrac{}{}{0pt}{}{4 . 4}{5 . 4} . 4 . \rightarrow 5 . \genfrac{}{}{0pt}{}{5 . 4}{5 . 4} . 4 . \rightarrow 5 . \genfrac{}{}{0pt}{}{5 . 4}{5 . 5} . 5 . \rightarrow 5 . \genfrac{}{}{0pt}{}{5 . 5}{5 . 5} . 5 .$$

Bloß durch diese Umformung, die darin ihre Berechtigung findet, daß die übereinanderstehenden Quirle einander streng zu-

1) Die drei eingeklammerten Diagramme sind bloß beigefügt, weil sie den entsprechenden Stufen der rechten Seite äquivalent sind.

geordnet sind, gelangen wir zu einer Bestätigung der Angaben von VOGLER, wonach die Vermehrung von außen nach innen fortschreitet. Sie erfaßt also zuerst den Laubblattkreis, dann den Doppelkreis der Kelch- und Kelchstaubblätter und zuletzt den Doppelkreis der Kron- und Kronstaubblätter, an die sich gleichzeitig die Karpelle anschließen.

Tab. IV.

Übergang vom Vierer- zum Fünfertypus				Übergang vom Vierer- zum Dreiertypus			
Diagramme	Zahl der Fälle	Diagramme	Zahl der Fälle	Diagramme	Zahl der Fälle	Diagramme	Zahl der Fälle
4.4 4.4.4.4	(7949)	5.4 4.4.4.4	1589	3.3.3.3.3 3	(78)	4 3.3.3.3.3	13
4.4 5	15	4.4.5	9	3 3 4	16	3.3.4	2
4.5 4	15	4 5.4	5	3.4.3	5	3 4.3	0
4.5.5	5	4 5 5	2	3.4.4	2	3.4 4	0
5.4 4	107	5 4 4	140	4.3.3	27	4.3.3	17
5.4.5	7	5 4.5	8	4 3 4	22	4.3.4	6
5.5.4	4	5 5.4	3	4.4.3	0	4.4 3	0
5.5 5	5	5 5 5	2	4.4.4	9	4.4 4	1
4.4.5.4.4.4	0	5.4.5.4 4.4	2	3.3.4 3 3 3	4	4 3 4.3.3.3	0
4.4.5	0	4.4 5	0	3.3 4	0	3.3.4	0
4.5.4	8	4 5.4	0	3.4.3	0	3.4.3	0
4.5.5	3	4.5.5	1	3.4 4	3	3.4.4	0
5.4.4	1	5.4.4	0	4.3.3	0	4.3.3	0
5.4.5	0	5 4.5	0	4.3.4	0	4.3 4	2
5.5.4	0	5.5.4	0	4 4.3	0	4 4 3	0
5.5 5	1	5.5.5	0	4.4 4	2	4 4.4	1
4.5.4.4.4.4	0	5.5.4 4.4.4	2	3.4 3.3.3.3	0	4.4.3.3.3.3	0
4.4.5	0	4 4.5	0	3 3.4	0	3 3 4	0
4 5.4	0	4.5.4	0	3.4.3	0	3.4 3	0
4.5.5	0	4.5 5	0	3 4 4	0	3.4.4	0
5.4 4	2	5.4.4	126	4.3.3	4	4 3.3	4
5.4.5	1	5.4 5	5	4.3.4	5	4.3.4	15
5.5.4	4	5.5 4	4	4.4.3	1	4 4.3	3
5 5.5	5	5.5.5	92	4.4.4	9	4.4.4	146
4.5.5.4.4 4	0	5.5.5.4 4.4	0	3 4.4.3.3 3	0	4.4 4 3.3.3	0
4.4.5	0	4.4.5	0	3.3.4	0	3.3 4	0
4.5 4	0	4.5.4	0	3.4.3	0	3.4 3	0
4.5.5	0	4.5 5	0	3.4 4	0	3 4 4	0
5.4.4	0	5 4.4	2	4.3.3	0	4.3.3	0
5.4 5	0	5.4 5	1	4.3.4	0	4.3.4	1
5.5.4	0	5 5.4	2	4.4 3	2	4 4.3	4
5.5.5	5	5 5 5	157	4.4.4	38	4.4.4	(7949)
Summe	183	Summe	1995	Summe	149	Summe	215
+	(7949)	+	(157)	+	(78)	+	(7949)

Ganz entsprechend sind die Etappen, die vom Vierer- zum Sechser-, oder vom Fünfer- zum Sechsertypus führen. Auch hier erhalten wir dieselben Erscheinungen, nach der Richtung sogar verstärkt, daß die Hälfte der Diagramme nicht vertreten ist. Wie-

derum ergibt sich eine Reihe, die besonderen Maximis entspricht; wir erhalten folgende Haupttypen:

3 . 3 . 3 . 3 . 3 . 3	(78)	4 . 3 . 3 . 3 . 3 . 3	13
3 . 3 . 4 .	16 .	[3 . 3 . 4 .	2]
4 . 3 . 3 .	27 .	4 . 3 . 3 .	17 .
4 . 3 . 4 .	22	4 . 3 . 4 .	6 .
3 . 4 . 3 . 4 . 3 . 4 .	5 .	4 . 4 . 3 . 4 . 3 . 4 .	15 .
4 . 4 . 4 .	9 .	4 . 4 . 4 .	146
3 . 4 . 4 . 4 . 4 . 4 .	38 .	4 . 4 . 4 . 4 . 4 . 4	7949 .
	117		199

Diese Etappen entsprechen bis auf das Verhalten der Karpelle vollständig denen, die wir beim Uebergang von der Tetramerie zur Pentamerie antrafen. Das abweichende Gebahren der Fruchtblätter besteht darin, daß die Quirlzahl hier vielfach um eines höher ist als in den entsprechenden Vergleichsphasen der Fünferreihe. Man hätte erwarten sollen, daß der Analogie entsprechend der Karpellkreis zuerst reduziert wird. Daß dies nicht geschieht, liegt wohl daran, daß die erbliche Tendenz einer solchen Reduktion widerstrebt. Ein weiterer Unterschied liegt darin, daß hier der linke und der rechte Ast des Schemas lange nicht so sehr differiert. Nehmen wir das Diagramm 4 . 4 . 3 . 4 . 4 . 4 . aus, so ist sogar die rechte Seite viel schwächer vertreten. Wir erhalten daher für den Reduktionsprozeß folgendes Doppelschema:

$$
4 . \begin{smallmatrix} 4 . 4 \\ 4 . 4 \end{smallmatrix} . 4 . \begin{array}{l} \nearrow 4 . \begin{smallmatrix} 4 . 3 \\ 4 . 4 \end{smallmatrix} . 4 . \to 4 . \begin{smallmatrix} 4 . 3 \\ 4 . 3 \end{smallmatrix} . 4 . \to 4 . \begin{smallmatrix} 3 . 3 \\ 4 . 3 \end{smallmatrix} . 3 . \to 4 . \begin{smallmatrix} 3 . 3 \\ 3 . 3 \end{smallmatrix} . 3 . \searrow \\ \searrow 3 . \begin{smallmatrix} 4 . 4 \\ 4 . 4 \end{smallmatrix} . 4 . \to 3 . \begin{smallmatrix} 4 . 3 \\ 4 . 4 \end{smallmatrix} . 4 . \to 3 . \begin{smallmatrix} 4 . 3 \\ 4 . 3 \end{smallmatrix} . 4 . \to 3 . \begin{smallmatrix} 3 . 3 \\ 4 . 3 \end{smallmatrix} . 3 . \nearrow \end{array} 3 . \begin{smallmatrix} 3 . 3 \\ 3 . 3 \end{smallmatrix} . 3 .
$$

Oder mit anderen Worten: Die Reduktion spielt sich in zwei Reihen ab; die eine hat die Laubblattzahl 3, die andere 4. Von diesem Punkt aus ist die Entwicklung gleich: die Verminderung beginnt in dem Doppelkreis der Kron- und Kronstaubblätter und greift erst dann auf den äußeren der Kelch- und Kelchstaubblätter über. Sehen wir vom Karpellzyklus ab, dann geschieht die Verminderung von innen nach außen. Gehen wir dagegen vom Dreiertypus aus, dann kommen wir zu derselben Formulierung wie bei dem Anstieg von der Tetramerie zur Pentamerie: die Vermehrung schreitet von außen nach innen vor.

Man mag über die Berechtigung dieser Formulierung streiten, und ich habe sie auch nur im Hinblick auf die Aussagen von VOGLER gegeben. Soviel aber ist als ganz wesentlich festzuhalten: von den vielen Schritten, welche die regulären Typen miteinander verbinden

könnten, ist nur eine kleine Zahl realisiert und heben sich als scharfe Gipfel hervor. Diese Gipfel liegen zumeist bei denselben Diagrammstufen, sei es, daß es sich um den Uebergang von 4 zu 5, von 5 zu 6, von 6 zu 7 oder von 3 zu 4 handelt. Es muß also hier ein tiefergreifendes Gesetz zugrunde liegen.

Schließlich mag noch erwähnt werden, daß auch, wenngleich selten, Kombinationen des Dreiertypus mit dem Fünfertypus, des Vierertypus mit dem Sechsertypus vorkommen. Dagegen sind Kombinationen von drei verschiedenen Typen äußerst selten.

III. Allgemeine Betrachtungen.

Wir stehen nunmehr vor der Aufgabe, für die geschilderten Erscheinungen, soweit sie der Analyse zugänglich sind, eine Erklärung zu finden. Wir stellen uns zunächst die Frage: stehen die Blütenschwankungen in ursächlichem Zusammenhang mit den Standortsverhältnissen. Das scheint in gewissen Fällen tatsächlich zuzutreffen. So habe ich ja schon darauf hingewiesen, daß manche Variationen, so die Vergrünung und die laubblattartige Ausgestaltung des Kelchquirls häufig an bestimmten Stellen in besonderer Häufung auftreten; dasselbe gilt, wie hinzugefügt werden mag, von abnorm vermehrter Griffelzahl. Während in diesen Beispielen aber innere erbliche Anlässe nicht ausgeschlossen sind, so läßt sich ganz zweifellos die Aenderung der Quirlzahlen auf Ernährungsfaktoren zurückführen. Das folgt schon daraus, daß für die Laubblätter ein solcher Einfluß durch meine frühere Arbeit außer Zweifel gestellt ist, und daß Blütenregion und Laubregion in dieser Hinsicht korrelativ zusammenhängen. Damit ist zum mindesten eine indirekte Beziehung ermittelt. Tatsächlich ergab sich denn auch, daß der Standort mit der höchsten mittleren Laubblattzahl, der Schönberg, die höchsten Blütendiagramme aufweist. Von den 157 völlig pentameren Sprossen, die an den 10 untersuchten Standorten insgesamt gefunden wurden, entfallen auf den Schönberg nicht weniger als 62. Ferner gehören die Diagramme 5.5.5.6.5.5, 5.7.7.7.7.7., 6.6.4.6.4.6., 6.6.5.6.5.5., 6.6.6.6.6.6, 7.6.5.6.5.5, 7.6.5.6.6.6 ausschließlich dem Schönberg an. Umgekehrt ist Wolfartsweier mit seinem niederen mittleren Laubblattwert und schlechten Boden gerade durch seinen Ueberfluß an ganz oder teilweise trimeren Blüten gekennzeichnet.

Man hat auch schon versucht, die Schwankungen innerhalb eines einzelnen Blütendiagramms auf wechselnde Ernährungsbedingungen am Vegetationspunkt zurückzuführen, aber zweifellos zu Unrecht. Hier müssen wir vielmehr die Raumverhältnisse zu Rate

ziehen. Dadurch fällt Licht auf manche Erscheinung, der wir bisher begegnet sind. Dies soll beim Uebergang vom Vierer- zum Fünfertypus erläutert werden. Am Anfang steht das Diagramm $4\,.\substack{4\,.\,4\,.\\4\,.\,4\,.}4\,.$ Wir sahen, daß der erste Schritt meistens darin besteht, daß der Laubblattquirl vermehrt wird: $5\,.\substack{4\,.\,4\,.\\4\,.\,4\,.}4\,.$ Erst dann schließen sich in der Regel die Blütenquirle an; sicher bereitet es Schwierigkeiten, nach bereits angelegtem tetrameren Plan in einem der folgenden Kreise eine Anlage einzuschieben. Ist nun einmal ein fünfzähliger Kreis vorhanden, dann kann leicht ein weiterer Quirl nachfolgen, aber das braucht nicht einzutreten; so sehen wir das Diagramm 5 . 4 . 4 . 4 . 4 . 4. mit außerordentlicher Häufigkeit erscheinen. Und nun beobachten wir weiter, daß die Verwirklichung des Fünfertypus mehr und mehr von außen nach innen fortschreitet. Es schließen sich zunächst die Phasen $5\,.\substack{4\,.\,4\,.\\5\,.\,4\,.}4$ und $5\,.\substack{5\,.\,4\,.\\5\,.\,4\,.}4$ an. Bei der ersten erstreckt sich die Vermehrung scheinbar bloß auf den Kelchstaubblattkreis; in Wirklichkeit ist aber auch das Kelchblatt, welches 2 Antheren trägt, als verdoppelt anzusehen. Darauf deutet die Tatsache, daß es meist viel breiter ist als die andere. SCHUMANN hat in der Tat eine Verschmelzung von Anlagen in den Jugendphasen beobachtet. Wir können also schließen, daß in der Regel gleichzeitig ein ganzer Sektor eingeschaltet ist. Diese Tatsache steht wohl damit im Zusammenhang, daß die zugehörigen Kelch- und Kelchstaubblätter (und ebenso die Kron- und Kronstaubblätter) stets an einem Gefäßbündelast inseriert sind. Auch auf diesem Stadium kann die Entwicklung stehen bleiben. Dann ist im Stengelquerschnitt eine Lücke, die durch die Fünfzähligkeit des Laubblattquirls geschaffen ist, noch nicht ausgewertet. Dieser Schritt schließt sich nun bei weiterer Vermehrung an. Es erscheint auf dem durch das überzählige Laubblatt geschaffenen Platze ein Kronstaubblatt mit oder ohne zugehörigem Kronblatt, und gleichzeitig schließt gewöhnlich ein fünftes Karpell die letzte Lücke. Wir erhalten die Phasen $5\,.\substack{5\,.\,4\,.\\5\,.\,5\,.}5\,.$ und $5\,.\substack{5\,.\,5\,.\\5\,.\,5\,.}5\,.$

In dieser Weise läßt sich auch für die höherzähligen ganz analogen Entwicklungsstufen zum Sechsertypus eine Erklärung finden. Wir wenden uns aber sofort dem Uebergang zum Dreiertypus zu. Die Ausschaltung erfolgt hier — wieder im Einklang mit den Raumverhältnissen — in der Regel von innen nach außen, das gilt vornehmlich von den beiden mittleren Doppelkreisen. Bei

dem Diagramm 3 . 3 . 3 . 4 . 3 . 3 ist wieder ein Kelchstaubblatt als Verwachsungsprodukt anzusehen; dasselbe ist für die Laubblätter in Diagrammen wie 3 . 4 . 4 . 4 . 4 . 4 oder 3 . 4 . 3 . 4 . 3 . 4 anzunehmen. Gerade im letzteren Falle läßt sich häufig der Nachweis erbringen, daß in der Anatomie der Gefäßbündel die Trimerie des Laubblattquirls nicht begründet ist. Ein Laubblatt empfängt eine vermehrte Anzahl von Strängen. Und auch für andere Verstöße gegen die Regel gibt die Berücksichtigung des Gefäßbündelverlaufs einen Aufschluß. Wir sahen, daß die Karpelle beim Uebergang von der Tetramerie zur Trimerie häufig ihre eigenen Wege gehen. Das findet in der Anatomie seine Erklärung. *Paris quadrifolia* hat im Stengel 3 Kreise von Gefäßbündeln, 2 äußere mit normaler Weise 8, einen inneren mit 4 Strängen. Der äußere geht restlos in der Nervatur der Laubblätter auf. Auch der mittlere sendet Abzweigungen in den Laubquirl und mündet dann in Perigon- und Staubblätter; der innere versorgt ausschließlich die Karpelle. Wir sehen also, die Fruchtblätter sind selbständig und durchbrechen daher häufig die Regeln der Raumverteilung. Zwischen den übrigen Blütenteilen und der Laubregion dagegen besteht eine Beziehung, die aber nicht eindeutig ist, weil der äußere Gefäßbündelring, der bloß den Laubblättern zufließt, selbständig variieren kann. Diese Verhältnisse wirken im Verein mit den räumlichen Konstellationen auf die Gestaltung der Diagramme ein.

Aber die bisherige Analyse bedarf noch einer Ergänzung. Die geschilderten Ernährungs- und mechanischen Faktoren wirken nur auslösend auf Eigenschaften, die in der Spezies schlummern und eine phylogenetische Betrachtung erheischen. Ich kann da an meine früheren Ausführungen anknüpfen, in denen ich nachzuweisen suchte, daß *Paris quadrifolia* von einem Entwicklungsprozeß Zeugnis ablegt, der von *Trillium* zu den höherzähligen asiatischen *Paris*-Formen führt. In diesem Sinne wurde die hohe Variabilität des Laubblattquirls gedeutet, die bei asiatischen Varietäten zu starker konstanter Vermehrung führt. Dieselben Gesichtspunkte lassen sich nun auch auf die Blütenvariationen anwenden, worauf ich ja schon dort hinwies. Der trimere Blütentypus könnte demnach als Rückschlag angesehen werden. Nach dieser Richtung weist auch die Erscheinung, daß sehr häufig äußerlich vollständig normale Tetramerie herrscht, während alle Gefäßbündelstränge trimer sind; die äußeren enthalten dann je sechs, der innere 3 Bündel. Erst im weiteren Verlauf tritt dann innerhalb des Stammes kurz vor den Quirlen eine solche Gabelung ein, daß sekundär Tetramerie erzielt wird. Diese interessante Tatsache scheint in der Literatur noch nicht verzeichnet zu sein.

Während wir es hier offenbar mit Atavismus zu tun haben, kann umgekehrt der Fortschritt zur Pentamerie usw. als Hinweis darauf gedeutet werden, daß auch in unserer Spezies Möglichkeiten ruhen, die bei verwandten Formen fixiert wurden. Eine Bestätigung dieser Annahme kann darin erblickt werden, daß es eine pentamere Varietät der *P. quadrifolia* (var. *obovata*!, allerdings bloß 4 Karpelle) gibt. Die von uns beobachteten Variationen greifen sogar über das, was innerhalb der subgen. Euparis zum Typus erstarrt ist, hinaus. Wir treffen hexamere Blüten, die dem Typus von *P. chinensis* u. a., heptamere, die dem von *P. japonica* gleichkommen. Ein Diagramm K 8, C 8, A 10 + 9 G 10 entsprach sogar fast gänzlich dem von *P. yunnanensis*. Das sind natürlich bloß Analogien, die aber zeigen, daß unsere Spezies selber noch im Fluß ist. Das gilt nicht bloß von den Quirlzahlen, sondern auch von anderen Merkmalen. Hierher gehört die Apetalie, die bei *P. incompleta* und *P. tetraphylla* erblich fixiert ist, und für die mitunter zutage tretende laubblattartige Ausgestaltung des Kelches, die ein spezifisches Merkmal zahlreicher asiatischer Formen bildet.

Aber wir treffen auch Variationen, die für die gesamte Gattung, ja sogar für die Familie der Liliaceen eine Neuheit darstellen. Das ist die Verdoppelung der Antherenzahl durch radiale oder tangentiale Spaltung (K_4 C_4 A_{12} G_4 oder mit Einfügung eines neuen Kreises (K_4 C_4 A_8+_4 G_4), insbesondere aber die Verwirklichung besonderer Symmetrieverhältnisse; ich meine jenen Fall, wo durch Dimerie des Karpellkreises und gleichzeitige Verlagerung der Blütenteile zwei ungleichwertige Symmetrieachsen geschaffen werden, und der radiäre Typus eine völlige Durchbrechung erleidet.

Sitzung vom 29. Juni 1917.

Vorsitzender: Herr O. REINHARDT.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen Fräulein

Zollikofer, Clara, aus St. Gallen (Schweiz), z. Zt. in **Berlin-Dahlem,** Pflanzenphysiologisches Institut (durch G. HABERLANDT und C. CORRENS) und Herr

Åkerman, Dr. Åke, in **Svalöf** (Schweden) (durch H. NILSSON-EHLE und E. BAUR).

Zum ordentlichen Mitgliede wird ernannt Herr

Kavina, Dr. K. in **Prag.**

Der Vorsitzende macht Mitteilung von folgendem Schreiben des Herrn BEHRENS:

Auf meinen im Jahre 1911 verbreiteten Aufruf zur Spendung von Beiträgen für die Errichtung von Zeichen der Erinnerung an die Botaniker JOSEF GOTTLIEB KOELREUTER und CHRISTIAN KONRAD SPRENGEL sind bisher rund 1000 M. eingegangen, wovon die Hälfte neben anderen Mitteln zur Errichtung eines Denksteins für SPRENGEL im Kgl. botanischen Garten zu Berlin-Dahlem verwendet worden ist.

Der Rest reicht zu einer würdigen Ehrung KOELREUTERs nicht aus. Die Zeitverhältnisse lassen eine Wiederaufnahme der Werbung nicht zu.

Mit Genehmigung des Vorstandes der Deutschen botanischen Gesellschaft, der den Grundstock gleichzeitig durch Zuweisung von 100 M. verstärkt hat, sind die vorhandenen Mittel daher der Verwaltung der Gesellschaft überwiesen worden, bis es möglich sein wird, sie ihrer Bestimmung zuzuführen. Es besteht die sichere Hoffnung, daß schon das Bestehen eines Grundstockes unter anderen günstigeren Verhältnissen neue Bestrebungen zur Verwirklichung des Gedankens veranlassen wird, dem großen Vorgänger MENDELs ein würdiges Zeichen der Erinnerung zu errichten.

Genauere Abrechnung über die vorhandenen Mittel wird auf der Generalversammlung der Deutschen botanischen Gesellschaft erfolgen und später in den Berichten der Gesellschaft veröffentlicht werden.

Neue Spenden werden erbeten an die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche botanische Gesellschaft, KOELREUTERdenkmal, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6.

Mitteilungen.

46. A. Schade: Ueber den mittleren jährlichen Wärmegenuß von Webera nutans (Schreb.) Hedw. und Leptoscyphus Taylori (Hook.) Mitt. im Elbsandsteingebirge.

(Mit 2 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 2. Juni 1917.)

Bei früheren Untersuchungen in der Sächsischen Schweiz war unter anderen ökologischen Faktoren auch die Temperatur in den Rasen einiger Moosarten eingehender verfolgt worden. Da sich aber die Messungen nur wenig über ein Jahr erstreckten, lag es nahe sie fortzusetzen, um einen Durchschnittswert für den jährlichen Wärmegenuß jener beiden Moosrasen und damit der beiden Moosarten überhaupt zu erlangen.

Die Ergebnisse jener im Jahre 1910/11 wurden bereits früher mitgeteilt[1]). Die neuen Messungen fanden statt in den Jahren 1912 bis 1917. Die Einberufung zum Heeresdienste zwingt mich sie abzubrechen und läßt es ratsam erscheinen, kurz über die gewonnenen Erfahrungen zu berichten.

Zwei Moosarten, die sich schon durch die Wahl ihres Standortes aufs schärfste von einander unterscheiden, waren damals ausgesucht worden, zumal auch geeignete Rasen von beiden in geringer Entfernung von einander aufgefunden wurden: das Laubmoos *Webera nutans* (Schreb.) Hedw. und das durch seine großen auf-

1) SCHADE, F. A.: Pflanzenökologische Studien an den Felswänden der Sächsischen Schweiz. Diss. Jena, in ENGLERs Botan. Jahrb., Bd. XLVIII, 1912, S. 119—210.

fälligen Rasen die feuchtschattigen Felswände der „Gründe“ und „Schlüchten“ kennzeichnende Lebermoos *Leptoscyphus Taylori* (Hook.) Mitt. (= *Jungermannia Taylori*).

Die Messungen fanden statt im Teufelsgrunde bei Wehlen.

Kurz vor der Abzweigung der sog. Teufelsschlüchte besiedelt *Leptoscyphus Taylori* eine schattige Felswand mit NO-Lage z. T. in größeren Rasen. Ein besonders langgestreckter Rasen, 1,50 m über der Talsohle, erwies sich als brauchbar, um in ihm Thermometer auf längere Zeit verstecken zu können. Die Stelle wurde mit NO^u bezeichnet.

Gegenüber, auf der anderen Seite des Grundes, etwa 25 m höher als NO^u gelegen und in Luftlinie kaum 50 m von einander entfernt, befindet sich auf schmalem, nach S gelegenem Sims an einer glockenförmig abgerundeten, der vollen Sonnenglut ausgesetzten Felskuppe ein großer Rasen von *Webera nutans*. Er ist stark mit vom Regen herabgespültem Sand durchsetzt, über den sich der frisch beblätterte Teil der Moosstämmchen nur wenig erhebt und wurde bisher nur steril beobachtet. Der Ort wurde mit S^o benannt.

In jedem dieser beiden Moosrasen wurden je ein Maximum- und Minimumthermometer unmittelbar nebeneinander so untergebracht, daß sie von außen nicht bemerkt werden konnten. Sie blieben darin zunächst dauernd vom 3. Juli 1910 bis 1. Juli 1911 liegen. Sehr oft wurden die Orte besucht und die Temperaturen abgelesen, sowie zahlreiche andere Messungen vorgenommen, um z. B. den Lichtgenuß der Pflanzen, die Temperatur der Felsunterlage, die relative Feuchtigkeit und den Feuchtigkeitsgehalt des Gesteins festzustellen.

Näher auf die Ergebnisse jener Untersuchungen, soweit sie die Temperatur im Inneren der Moosrasen anbetreffen, einzugehen verbietet der beschränkte Umfang des hier zur Verfügung stehenden Raumes. Nur mit wenigen Worten sei hervorgehoben, wie gewaltig der Unterschied im Wärmegenuß der beiden Moosrasen war.

Die höchste Temperatur im Rasen von *Leptoscyphus Taylori* wurde gelegentlich am 17. Mai 1910 7^{50} vormittags mit 22° gemessen als Folge unmittelbarer, wenn auch geringer Sonnenbestrahlung bei noch unvollständiger Belaubung der vor der Felswand stehenden Laubbäume. Die gleichzeitige Lufttemperatur betrug 19°. Da im Dezember 1910 der Rasen durch Schneedruck zerstört wurde, mußten die Thermometer in einem anderen, nur wenige Meter entfernten und fast 1 qm großen Rasen auf schräger Felsfläche

untergebracht werden, bei dem aber nach früheren Beobachtungen ähnliche Verhältnisse obwalteten. In diesem Rasen traten als nächstes absolutes Jahresmaximum 20,4 ° auf, zwischen dem 25. Mai und 1. Juli 1911.

Demgegenüber betrug das absolute Maximum im Rasen von *Webera nutans* bei S° bis zum 1. Juli 1911 52 °. Aber zweifellos ist die Temperatur in jenem so überaus heißen und trockenen Jahre noch bedeutend darüber hinausgestiegen. Leider mußten jedoch die Thermometer aus dem *Webera*-Rasen am 1. Juli entfernt werden, da er infolge des häufigen Nachsehens und der herrschenden Trockenheit ganz zu zerfallen drohte, und die Instrumente nicht mehr sicher lagen.

Viel weniger unterscheiden sich die absoluten Minima beider Rasen von einander.

Bis wenigstens Ende Oktober waren zunächst die beobachteten Minima überhaupt für *Leptoscyphus Taylori* niedriger, wenn auch nur um wenige Grade als für *Webera nutans*. Im Winter aber zeigten sie sich stets im allgemeinen 1—2 ° höher.

Als absolutes Minimum ergab sich für *Webera* — 5,5 °, für *Leptoscyphus* dagegen nur — 3,7 °, eine Folge davon, daß die freie Felskuppe mehr Wärme ausstrahlt als die senkrechte tiefer gelegene Felswand mit *Leptoscyphus* und zahlreichen anderen Moosen wie *Calypogeia Neesiana* (Mass. u. Carest.) K. M., *C. Trichomanis* (L.) Corda, *Cephalozia media* Lindb., *Odontoschisma denudatum* (Mart.) Dum., *Rhabdoweisia fugax* (Hedw.) Br. Sch. G. u. a.

Eingehende Messungen hatten ja auch gezeigt, daß die Felstemperatur der schattigen bergfeuchten Felswände wohl im Sommer niedriger ist als die Temperatur der angrenzenden Luft, im Winter dagegen stets höher[1]), was nicht ohne Einfluß auf die besiedelnde Pflanzenwelt sein kann.

Daß selbst auf sturmumbrausten Berggipfeln der Fels wärmer ist als die umgebende Luft, mag nebenbei wenigstens ein Beispiel bezeugen, das sich am 15. Januar 1911 an senkrechter Felswand einer kleinen Nische an der S°-Ecke des Gorischsteins ergab.

Zeit	Felstemperatur	Lufttemperatur vom Felsen	
		10 cm:	entfernt: 1,50 m
8^{30}	— 4,0 °	— 6,0 °	— 6,5 °
8^{45}	— 4,0 °	— 6,5 °	— 7,2 °
9^{00}	— 4,0 °	— 6,5 °	— 7,0 °

1) Vgl. a. a. O. S. 162—169.

Außer der Felstemperatur wurde die Lufttemperatur an 10 cm und 1,50 m von der Felswand entfernt stillhängendem Thermometer gemessen. Bei bisher dauernd und völlig bedecktem Himmel war also 8^{45} die Luftwärme in 10 cm Entfernung um 2,5 °, 1,50 m entfernt sogar um 3,2 ° niedriger als die Felswärme. Es ist klar, daß sich diese Erscheinung in den tiefen Gründen und engen Schlüchten, in denen die Luft verhältnismäßig viel geringer bewegt ist, noch stärker bemerkbar machen muß.

Das eben gekennzeichnete Verhalten von Luft- und Felstemperatur zu einander ist einmal daraus zu erklären, daß sich der Felsen im Vergleich zu der leicht beweglichen und dadurch Temperaturunterschiede in sich schnell ausgleichenden Luft langsamer abkühlt. Ferner strahlen senkrechte Felswände im besonderen offenbar viel weniger Wärme aus als frei liegende mehr oder weniger wagerechte Felsflächen. Und schließlich ist zu beachten, was besonders bei den stets bergfeuchten Felsen in Frage kommt, daß nach physikalischem Gesetz beim Übergang des Wassers in Eis Wärme frei wird, wie denn überhaupt offenbar die bergfeuchten Felswände die einmal im Sommer aufgespeicherte Wärme lange festhalten entsprechend dem Verhalten des Wassers selbst.

Auf Einzelheiten über die Beziehungen zwischen der Moostemperatur einerseits und der Luft- und Felstemperatur andrerseits kann hier ebenfalls aus dem angegebenen Grunde nicht eingegangen werden. Jedenfalls ergab sich nicht nur hier, sondern auch an zahlreichen anderen Orten, daß sich die Moostemperatur immer zwischen den Temperaturen der Luft und der Unterlage bewegt. In beiden Moosrasen nähert sie sich dabei oft so sehr derjenigen der Unterlage, daß sie zuweilen einander fast gleich sind.

Im besonderen steigt sie im dauernd besonnten *Webera*-Rasen um 20 ° und mehr über die allgemeine Lufttemperatur hinaus, während sie andrerseits im *Leptoscyphus*-Rasen z. B. in einem Falle um 8,5 ° niedriger war als das gleichzeitige Tagesmaximum der Lufttemperatur.

Man erkennt auch aus diesen Tatsachen aufs deutlichste, wie wenig die sog. „allgemeine Lufttemperatur", nach Art der Meteorologen etwa 2 m über dem Boden gemessen, über den wirklichen Wärmegenuß namentlich der niedrigen, sich nur wenige Zentimeter über die Unterlage erhebenden Pflanzen besagt. Auf dieser Erkenntnis beruhen auch z. B. die Arbeiten von G. KRAUS[1]).

1) KRAUS, GREGOR: Boden und Klima auf kleinstem Raum. Jena 1911.

Auch im Winter bleibt die Moostemperatur, wenigstens an den tiefer liegenden schattigen Felswänden zwischen den beiden anderen, wie folgendes Beispiel, eins aus vielen ähnlichen, zeigen mag:

	Lufttemperatur	Moostemperatur	Felstemperatur
29. 12. 1910, 10 Uhr vorm.			
Leptoscyphus Taylori:	— 4,4 °	— 1,3 °	— 0,1 °

Bei *Leptoscyphus* sind die Verhältnisse leichter zu erkennen als am Standort von *Webera*, der durch seine freie Lage dem ausgleichenden Einfluß der Luftbewegungen viel stärker ausgesetzt ist.

Jedenfalls liegt vor allem das Tagesminimum der Moostemperatur während des Winters im allgemeinen höher als das der Lufttemperatur und ist an senkrechten tiefer liegenden Felswänden seinerseits wieder höher als auf freier Felskuppe. Vermutlich werden allerdings plötzliche Witterungsumschläge gelegentlich die Regel durchbrechen, doch war es noch nicht möglich diesen Dingen im Zusammenhang nachzugehen.

Daß die Moostemperatur im wesentlichen durch die Temperatur der Unterlage bestimmt wird, war schon oben betont worden. Deshalb sei hier nochmals hervorgehoben, daß die Felstemperatur im Winter an schattigen Felswänden sowohl im Maximum wie im Minimum höher gefunden wurde als die Lufttemperatur. Der Unterschied betrug bis zu 4,3 °! Und auch im Sommer scheinen die nächtlichen Minima der Felswärme ganz allgemein höher zu sein als die der Lufttemperatur, wenn sie sich auch oft kaum um 1 ° von einander unterscheiden.

KRAUS[1]) dagegen fand bei seinen Untersuchungen auf dem Würzburger Wellenkalk den Satz bestätigt, „daß im Winter (Januar bis April) die Bodentemperatur gewöhnlich niedriger, in der eigentlichen Vegetationszeit dagegen höher ist als die allgemeine Lufttemperatur".

Wie aus dem oben kurz Ausgeführten klar hervorgeht, gilt die erste Hälfte dieses Satzes jedenfalls nicht für den Felsboden, insbesondere die senkrechten Felswände des Elbsandsteingebirges.

KRAUS[2]) kommt weiterhin zu dem allgemeinen Schluß: „Luft und oberflächliche Bodentemperatur sind in der Vegetationszeit morgens 6 Uhr völlig oder nahezu gleich; sehr rasch überholt die Bodentemperatur die der Luft, die Differenz vergrößert sich bis zu einem Maximum in den Nachmittagsstunden, um sinkend gegen

1) a. a. O. S. 105.
2) a. a. O. S. 131/32.

Abend geringer zu werden und im Laufe der Nacht sich beinahe oder völlig auszugleichen."

Der allgemeine Verlauf der Temperaturkurve während des Tages ist natürlich der gleiche wie bei uns. Aber wenn man seine Aufzeichnungen durchsieht, so findet man, daß auch dort am frühen Morgen auf unbesonntem Boden, bei Nebel usw. ganz wie bei uns ebenfalls die Bodentemperatur höher ist als die der Luft z. B. am 21. Juni 1908, einem völlig bedeckten Tage, an dem früh 8^{30} Uhr die Bodenwärme in 2 cm Tiefe 16,4° betrug gegen nur 13,1° Luftwärme. Oder am 14. Juni 1909 (trüb und Regen ohne jegliche Sonne), 6^{30} Uhr vorm.: 11,6° bez. 10,0°.

Leider hat KRAUS die nächtlichen Minima nicht gemessen und auch im Winter keine eingehenden Untersuchungen angestellt. Es wäre sehr wertvoll diese Frage auf verschiedenen Böden und Gestein und in verschiedenen Höhenlagen mindestens während eines Jahres im Zusammenhang zu verfolgen.

Wie schon erwähnt, mußten am 1. Juli 1911 die Messungen im Teufelsgrunde unterbrochen werden, damit die Moosrasen Zeit fanden sich wieder zu festigen. Am 12. Mai 1912 konnten die Thermometer von neuem an derselben Stelle ausgelegt werden.

Es war beabsichtigt sie regelmäßig monatlich abzulesen, indessen ließ sich dies während des Krieges nicht durchführen. Am wichtigsten war es ja auch die jährlichen absoluten Maxima und Minima festzustellen, um aus ihnen eine mittlere Jahrestemperatur zu berechnen. Sie wird zwar mit derjenigen, die man aus regelmäßigen täglichen Messungen erhält, nicht ganz übereinstimmen. Aber diese werden leider kaum irgendwo etwa wie auf den Wetterwarten möglich sein, während die Maxima und Minima leicht zu erhalten sind. Sie müssen zwecks späterer Vergleiche mit Messungen für andere Pflanzen und in anderen Gegenden genügen, um einen jährlichen Durchschnitt zu gewinnen.

Die Messungen liefen vom 12. Mai 1912, wo die Thermometer wieder ausgelegt wurden, bis zum 18. März bez. 5. Mai 1917. Am 18. März wurden die Thermometer des *Webera*-Rasens, am 5. Mai die des *Leptoscyphus*-Rasens eingeholt, welch' letztere an jenem Tage noch eingefroren waren.

Die Ergebnisse der 5jährigen Messungen sind in Tab. 1 zusammengestellt. Zu bemerken ist noch, daß der große Rasen von *Leptoscyphus Taylori* allmählich begann sich am oberen Rande vom Felsen zu lösen und herabzuschälen, so daß es am 2. Mai 1913 nötig war, die beiden Thermometer an einem anderen Orte unter-

zubringen und zwar in einem Rasen von *Mnium hornum* L. auf schwachem Felssims etwa 1 m von der vorigen Stelle entfernt, worin sie von da an dauernd lagen. Die beiden anderen blieben in ein und demselben Rasen von *Webera nutans* auf besonnter Felskuppe. Der Zusammenhang der Beobachtungen wurde hier nur einmal unwesentlich unterbrochen, da ein Teil des Rasens zerstört war, und das Maximumthermometer vom 30. August 1914 bis

Tabelle 1.

Tag des Ablesens		So *Webera nutans*		NOn *Leptoscyphus Taylori*	
		Ma	Mi	Ma	Mi
1912.	12 V.[1])				
	1. VI.	36,0	8,5	13.2	4,5
	1. IX.	**52,8**	7,8	**17.0**	7,0
	22. IX.	28,3	5,8	12,2	4,9
	15. XI.	22.9	— 2,5	10,0	— 2,3
1913.	5. III.	16.2	— **7,7**	5,2	— **6.0**
	1. IV.	28.0	— 1,6	9,3	— 2,0
	2. V.	47,1	— 2,0	13.0 [2])	— 2,2
	2. VI.	55,1	2,9	16,0	1 8
	6. VII.	**55,7**	7,0	**16.4**	6,9
	31. VIII.	47.0	6,9	14,7	7,3
	11. X.	44,3	2,6	13,6	4,8
	2. XI.	24,0	1,0	9,1	2,5
	30. XI.	15,3	— 2,6	8,9	0,0
1914.	1. III.	13,8	— **9,7**	7.0	— **4,0**
	29. III.	20,8	— 2,6	5.0	— 1,0
	3. V.	48,4	— 0,9	9,3	+ 0,4
	28. VI.	45.9	3,9	13,6	2,4
	30 VIII.	**56.8**	12,6	**16,1**	9,0
1915.	18. IV.	?[3])	— **3,4**	14,0	— **2,2**
	25. IV.	?[4])	4,6	7,4	+ 0,8
	2. V.	29,9	8 2	7,9	1,1
	9. IX.	**53,9**	7.9	**15,2**	1,8
1916.	28. I	29,8	— **4,1**	12,0	— **1,9**
	5. III.	12,2	— 1,7	4,0	— 1,2
	2. IV.	25,5	+ 0,6	**6,4**	0,0
	7. V.	38,7	3,7	12,2	0,4
	1. VII.	40,2	6,8	13,5	2,8
	22. X	**44,0**	2,2	**14,9**	2,2
1917.	18. III.	18,8	— **5,4**		
	5. V.			8,3	— 4,0

1) Thermometer ausgelegt.

2) Da sich der Rasen von *Leptoscyphus Taylori* vom Felsen zu lösen beginnt, werden beide Thermometer etwa 1 m entfernt unter ganz ähnlichen Verhältnissen in einem Rasen von *Mnium hornum* L. untergebracht, worin sie bis zum Abschluß der Messungen dauernd verblieben.

3) Da ein Teil des Rasens am 30. VIII. 1914 zerstört war, konnte das Maximumthermometer zunächst nicht wieder ausgelegt werden.

4) Maximumthermometer wieder ausgelegt.

25. April 1915 entfernt werden mußte. Da das absolute Maximum des Jahres 1914 offenbar schon erschienen war, denn im September sind sicherlich keine höheren Temperaturen mehr aufgetreten, so ist diese Unterbrechung ohne jeden Einfluß auf das Ergebnis.

Leider konnten in den Kriegsjahren die Thermometer nicht so regelmäßig aufgesucht und abgelesen werden wie im Jahre 1913, so daß z. B. nicht festgestellt werden kann, mit Ausnahme 1913, in welchen Monat das absolute Maximum fällt.

Betrachten wir kurz die Ergebnisse, wie sie Tabelle 1 bietet. Die Temperaturen sind, wie stets üblich, in ^{0} C angegeben, und die absoluten Maxima und Minima des Jahres durch fetten Druck hervorgehoben.

Zunächst springt sofort wieder der gewaltige Unterschied im Wärmegenuß beider Moose in die Augen. Dabei erreicht aber *Leptoscyphus Taylori* bez. *Mnium hornum* nicht wieder das hohe Maximum von 22 ^{0} im Jahre 1910, sondern im höchsten Falle als absolutes Maximum nur 17,0 ^{0}. Das mag größtenteils daraus zu erklären sein, daß die Thermometer während der gesamten Beobachtungszeit in drei verschiedenen Rasen untergebracht werden mußten. Bei aller äußeren Ähnlichkeit der Lage und Beschaffenheit waren die Verhältnisse wahrscheinlich doch nicht ganz gleich, was sich nun in den Temperaturen ausspricht.

Besonders eigentümlich ist, daß die absoluten Maxima für *Leptoscyphus* bez. *Mnium hornum* während der Beobachtungszeit von Jahr zu Jahr immer niedriger werden und von 17,0 ^{0} auf 14,9 ^{0} sinken. Indessen, daraus darf nicht etwa auf eine Verschlechterung des Klimas geschlossen werden, denn in der gleichen Zeit stiegen umgekehrt die absoluten Jahresminima von — 6,0 ^{0} auf — 1,9 ^{0}, so daß sich im ganzen die jahreszeitlichen Gegensätze während dieser Zeit gemildert haben. Im strengen Winter 1916/17 freilich sank das absolute Minimum wieder auf — 4,0 ^{0}. 1912/13 betrug der Unterschied zwischen absolutem Maximum und Minimum 23,0 ^{0}, 1915/16 nur 17,1 ^{0}. Der jährliche Temperatur-Ausschlag schwankt also innerhalb der Beobachtungszeit um fast 6 ^{0}.

Worauf das Sinken des absoluten Maximums von *Leptoscyphus* beruht, läßt sich nicht angeben. Denn daß es keine allgemeine Erscheinung ist, ergibt ein Blick auf die im Rasen von *Webera nutans* gefundene Zahlenreihe. Hier tritt das höchste jährliche absolute Maximum 1914, also in der Mitte der Beobachtungszeit auf. Ähnlich verhalten sich auch die absoluten Minima.

Entsprechend der Lage des *Webera*-Rasens sind hier wieder die Maxima außerordentlich hoch. Als absolutes Maximum der

5jährigen Messungen ergab sich im Jahre 1914 eine Temperatur von nicht weniger als **56,8 °**, der höchste Wert, der mir bisher in Moosrasen entgegentrat und nicht mehr weit entfernt ist von jenen 63,8 ° am 17. Mai 1910, die 1 cm tief in einer dünnen unbewachsenen Sandschicht auf dem Felsen in nächster Nähe auftraten.

Ihm steht, zeitlich unmittelbar vorausgehend, ein absolutes Minimum von — **9,7 °** gegenüber.

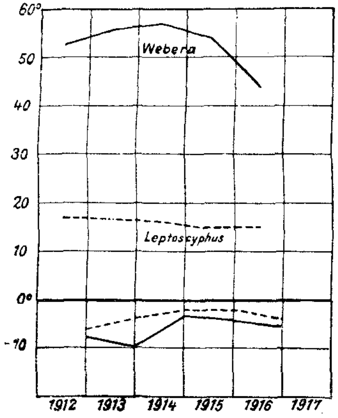


Abb. 1.

Das Moos war also einer jährlichen Temperaturschwankung bis zu **66,5 °** ausgesetzt, gegen nur **23 °** im Höchstfalle bei *Leptoscyphus* im Jahre 1912/13. Sie sinkt bei letzterer Pflanze 1916/17 sogar auf nur 16,8 °, während sie gleichzeitig bei *Webera* im niedrigsten Falle immer noch 48,1 ° beträgt.

Ganz gewaltig ist der Unterschied in den Lebensverhältnissen beider Pflanzen, viel bedeutender, als die Messungen 1910/11 erkennen ließen.

Abb. 1 mag im besonderen nochmals dazu dienen, die Verhältnisse zu veranschaulichen. Sie enthält die absoluten Jahresmaxima

und -minima der 5 Beobachtungsjahre. Die Maxima sind in der Mitte, die Minima dagegen auf der Grenze der zugehörigen Jahresstreifen eingetragen. Die beiden ausgezogenen Linien verbinden die Höchst- bez. Mindesttemperaturen von *Webera nutans* untereinander, die gestrichelten die von *Leptoscyphus Taylori*.

Über die äußersten Schwankungen der absoluten Maxima und Minima im Laufe der 5 Jahre gibt folgende besondere Übersicht Aufschluß.

Pflanze	Jährliches absolutes Maximum			Jährliches absolutes Minimum		
	höchstes	Diff.	niedrigstes	höchstes	Diff.	niedrigstes
Webera nutans	56,8 °	12,8 °	44,0 °	— 3,4 °	6,3 °	— 9,7 °
Leptoscyphus Taylori . .	17,0 °	2,1 °	14,9 °	— 1,9 °	4,1 °	— 6,0 °

Während dieser Zeit weichen die absoluten Maxima bez. Minima vor allem bei *Webera nutans* stark voneinander ab.

Bei *Webera* beträgt der Unterschied der äußersten Werte der Maxima 12,8 ° gegen nur 2,1 ° bei *Leptoscyphus*. Um so größer ist er bei letzterer Pflanze hinsichtlich der Minima, die bis zu 4,1 ° von einander abweichen können, bei *Webera* bis zu 6,3 °.

Berechnet man aus den 5 jährlichen absoluten Maxima bez. Minima das mittlere jährliche Maximum bez. Minimum, so ergibt sich folgendes:

	Mittleres absolutes Maximum	Mittleres absolutes Minimum
Webera nutans . .	52,6 °	— 6,1 °
Leptoscyphus Taylori	15,9 °	— 3,6 °

Darnach hat also das Laubmoos *Webera nutans* an jenem Standorte im Durchschnitt jährlich ein absolutes Maximum von 52,6 ° zu erwarten, d. h. **36,7** ° mehr als das Lebermoos *Leptoscyphus Taylori*, während ihre mittleren absoluten Minima nur unbedeutend, um 2,5 °, von einander abweichen.

Bez. der letzteren ist auch hier wieder klar zu erkennen, daß an den Felswänden in den Gründen im Winter stets höhere Temperaturen herrschen als auf freier Felsplatte, eine Folge des entsprechenden Verhaltens der Felstemperaturen selbst, wie schon oben hervorgehoben.

Dies läßt sich besonders gut beim Einsetzen der winterlichen Kälte beobachten. Mag auch die Temperatur schon längere Zeit auf einige Grade unter 0 gesunken sein, immer noch findet man dann zwischen den einander deckenden Blatt- oder Stengelteilen namentlich gewisser Lebermoose oder zwischen ihnen und der Felsunterlage selbst die Wassertropfen ungefroren goldiggrün hervorschimmern. Besonders auffällig erscheint diese Tatsache bei *Calypogeia Trichomanis* (L.) Corda, *C. Neesiana* (Mass. u. Carest.) K. M., *Odontoschisma denudatum* (Mart.) Dum., *Cephalozia media* Lindb., auch *Leptoscyphus Taylori* (Hook.) Mitt. u. a. Die einzelnen Pflänzchen dieser Arten, namentlich auch am Rande größerer Rasen kriechen der Unterlage dicht angeschmiegt am Felsen dahin und passen sich dessen Unebenheiten an. Zwischen ihnen und dem Felsen werden die Wassertropfen kapillar festgehalten, noch flüssig zu einer Zeit, wo größere Moosrasen oft derselben Art in nächster Nähe längst hart gefroren sind.

Es ist bedauerlich, daß es nicht möglich war an Ort und Stelle auch die Maxima und Minima der Lufttemperatur in meteorologischem Sinne zu ermitteln, obwohl sie ja an sich über den wirklichen Wärmegenuß unserer Pflanzen nichts aussagen. Aber es wäre doch wertvoll, sie mit denen der Moosrasen zu vergleichen, um dann daraus Schlüsse auf die Verhältnisse an anderen Orten ziehen zu können.

Darum sei es gestattet, bis zu einem gewissen Grade als Ersatz die im folgenden zusammengestellten Ergebnisse der regelmäßigen Messungen im Botanischen Garten zu Dresden mitzuteilen, die mir Herr Geh. Rat Prof. Dr. O. DRUDE wieder gütigst zur Verfügung stellte, und wofür ich ihm auch an dieser Stelle herzlich danken möchte.

Tab. 2 enthält für dieselben Jahre, während derer die Messungen in den beiden Moosrasen im Teufelsgrunde stattfanden, außer der Jahresmaxima und -minima der Lufttemperatur auch die der Bodentemperatur in 2 cm Tiefe, dazu die Tage, an denen sie auftraten.

Was zunächst die Jahres-Maxima der Lufttemperatur anbetrifft, so steigen diese von 31,5 ° im Jahre 1912 allmählich auf 35,5 ° im Jahre 1915, während 1916 mit 30,0 ° das niedrigste Maximum dieses 5jährigen Zeitabschnittes besitzt. Dies entspricht auch ganz dem Verhalten der Maxima der beiden Moosrasen (vgl. Tab. 1), nur daß in ihnen das absolute Maximum des 5jährigen Zeitabschnittes mit 56,8 ° im Jahre 1914 auftrat und 1915 dagegen

Tabelle 2.

Jahr	Lufttemperatur °C		Bodentemperatur in 2 cm Tiefe °C	
	Max.	Min.	Max.	Min.
1912	31,5 28 VII.	— 21,0 4. II.	22,0 14. VII.	— 7,5 28. I.
1913	33,0 2. VI.	— 12,0 19. II.	23,0 9. VI.	— 7,0 31 I.
1914	34,0 15., 22 VII., 11. VIII.	**— 16,3** 15. I.	22,0 4., 16. VII.	**— 8,0** 7. II.
1915	**35,5** 10. VI.	— 14,0 20 I., 29. XI.	**25,0** 11. VI.	— 4,0 5., 7. II., 23. XI., 19., 22., 23 XII
1916	30,0 10. VIII.	— 11,0 22. II.	20,0 5., 9., 31 VII., 1., 17. VIII.	— 4,0 13., 23. II.
1917		**— 25,0** 5. II.		**— 4,0** 23.–26., 28. I., 5 II.

um 29° zurückblieb. Dies erklärt sich ohne weiteres aus der doch immerhin stark verschiedenen örtlichen Beschaffenheit der Messungsorte.

Daß die Jahresmaxima der Bodentemperatur in 2 cm Tiefe stets bedeutend hinter der Lufttemperatur zurückbleiben, ist eine Folge davon, daß hier unter Rasenboden gemessen wurde. Bemerkenswert aber ist, daß das vorliegende absolute Maximum des ganzen 5 jährigen Zeitabschnittes von 25,0° fast gleichzeitig mit dem der Luft auftrat, genau genommen einen Tag später. Daraus erkennt man wieder die Abhängigkeit besonders der höheren Lufttemperaturen von der Erwärmung des Bodens.

Auch die absoluten Minima fallen mit — **16,3°** und —8,0° für Luft und Boden während des gleichen Zeitraumes in dasselbe Jahr, wenn auch um 23 Tage auseinander. Im selben Jahre 1914, vermutlich um dieselbe Zeit, stellten sie sich (vgl. Tab. 1) auch in den Moosrasen im Teufelsgrunde ein. Aber in der kalten Jahreszeit sind die Dinge nicht ohne weiteres so klar zu übersehen, denn von größter Bedeutung ist dabei, ob und wie lange eine mehr oder weniger dicke Schneedecke den Boden schützend unter sich barg, wie das Jahr 1917 beweist.

Vergleicht man die Jahresminima des *Webera*-Rasens (Tab. 1) mit denen des Rasenbodens im Botanischen Garten (Tab. 2), so fällt auf, daß sie sich nur wenig von einander unterscheiden, wie folgende Übersicht zeigt:

	1913	1914	1915	1916	1917
Webera nutans	— 7,7 °	— 9,7 °	— 3,4 °	— 4,1 °	— 5,4 °
Rasenboden im Bot. Garten zu Dresden	— 7,0 °	— 8,0 °	— 4,0 °	— 4,0 °	— 4,0 °

Doch sollen daraus keine besonderen Schlüsse gezogen werden.

Besonders wichtig ist der Vergleich der Minima von Luft- und Bodentemperatur (Tab. 2). Unter allen Umständen ist das Jahresminimum der Bodentemperatur bedeutend höher als das der Luft, ohne daß sie allerdings immer auf denselben Tag fallen. 1912, 1913 und auch 1916 trat das absolute Minimum des Bodens früher, 1914 nnd 1915 dagegen später auf als das der Luft. Auf jeden Fall muß an den Tagen, für die in Spalte 3 (Tab. 2) die Jahresminima der Lufttemperatur angegeben sind, das gleichzeitige Tagesminimum der Bodenwärme weit höher gewesen sein als das der Luft, eine Bestätigung der im Elbsandsteingebirge gemachten und schon oben erwähnten Beobachtungen.

Die Jahresminima von Luft- und Bodentemperatur weichen sehr stark von einander ab, wie sich aus folgender Übersicht erkennen läßt (vgl. Tab. 2):

	1912	1913	1914	1915	1916	1917
Differenz:	13,5 °	5,0 °	8,3 °	10,0 °	7,0 °	**21,0** °

Ganz besonders sticht darin die Differenz für 1917 ins Auge. Am 5. Februar morgens sank das Thermometer auf — **25,0** °, das absolute Minimum des Jahres 1916/17 während das gleichzeitige Minimum der Bodentemperatur nur — **4,0** ° betrug. — 4,0 ° sind bereits im Januar 5mal als Tagesminimum aufgetreten, aber selbst am 5. Februar nicht unterboten worden, ohne Zweifel eine Folge der dichten schützenden Schneedecke. Denn bereits am 12. Januar begann die Kälteperiode[1]) und vom 20. Januar bis 7. Februar fiel die Lufttemperatur nicht weniger als 9mal unter — 15 °, darunter 7mal unter — 20 °, wie sich im einzelnen aus folgender Zusammenstellung ergibt:

1) Vgl. auch DRUDE, O.: Die gegenwärtige Kälteperiode im Vergleich mit solchen früherer Jahrzehnte. Dresdner Anzeiger vom 9. Februar 1917, S. 5.

1917.	20. Januar:	— 20,0°
	21. „	— 20,5°
	22. „	— 21,5°
	25. „	— 21,0°
	3. Februar:	— 17,5°
	4. „	— 19,5°
	5. „	— **25,0**°[1])
	6. „	— 20,5°
	7. „	— 21,0°

Trotzdem sank die Bodentemperatur in 2 cm Tiefe nicht unter — 4,0° und bei 15 cm nicht unter — 3,0°.

Im Elbsandsteingebirge dürften sich die Lufttemperaturen ähnlich verhalten haben. Um so bemerkenswerter ist, daß dort die Minima in den Moosrasen ebenfalls überraschend hoch geblieben sind. Im *Leptoscyphus*-Rasen traten ebenfalls — 4,0° auf, wie im Rasenboden in Dresden, während im *Webera*-Rasen das Thermometer auch nur auf — 5,4° sank, ohne Zweifel ebenfalls eine Folge der schützenden Schneedecke.

Das Verhältnis der besprochenen maximalen und minimalen Temperaturen läßt sich recht deutlich auch aus Abb. 2 erkennen. Wieder zeigt sich die Abhängigkeit der Luft- und Bodentemperatur von einander, besonders in Hinsicht auf die Maxima. Die Minima der Luftwärme lösen sich viel mehr von denen des Bodens. Hier spielt die Schneebedeckung während des Winters eine ausschlaggebende Rolle. Die Lufttemperatur geht dann gewissermaßen ihren eigenen Weg.

Berechnen wir endlich noch für die beiden untersuchten Moosrasen die m i t t l e r e J a h r e s t e m p e r a t u r. Nach der Formel $\frac{Ma + Mi}{2}$ ergibt sich unter Benutzung des oben angegebenen mittleren absoluten Maximums und Minimums folgendes:

Webera nutans:	**23,3°**
Leptoscyphus Taylori:	**6,2°.**

Bedenkt man, daß die beiden Orte, für die diese m i t t l e r e J a h r e s t e m p e r a t u r gefunden wurde, in Luftlinie kaum 50 m von einander entfernt sind, so ist die Differenz beider Werte von

1) Die bisher niedrigste in Dresden beobachtete Lufttemperatur betrug am 14. Februar 1871 — 27,6°, vgl. auch SCHREIBER, P.: Die klimatischen Verhältnisse Dresdens in Wissenschaftl. Führer durch Dresden, herausgeg. von Dr. phil. SCHÄFER (anläßlich der 79. Vers. d. Ges. Deutsch. Naturforscher u. Ärzte) 1907, S. 7.

nicht weniger als 17,1 ° geradezu ungeheuer. Die damit verbundenen grundverschiedenen Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse, wie sie in früheren Untersuchungen erkannt wurden, schaffen auf engem Raum nebeneinander zwei Klimate von schroffstem Gegensatz.

Aber damit ist nicht gesagt, daß sie für das Gedeihen beider Pflanzen unbedingt so beschaffen sein müssen.

Leptoscyphus Taylori allerdings ist erfahrungsgemäß eine Gebirgspflanze. Die mittlere Jahrestemperatur von 6,2 ° sagt ihr offenbar zu und ermöglicht ihr in so niedriger Meereshöhe,

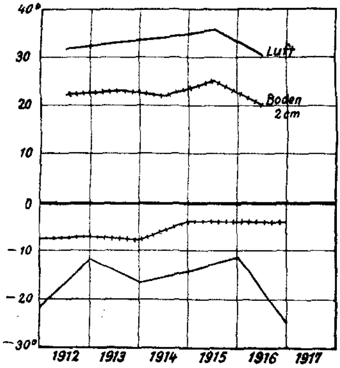


Abb. 2.

180 m ü. NN zu leben, wie denn die engen feuchtkühlen Gründe und Schluchten des Elbsandsteingebirges reich sind an montanen Arten der kryptogamischen Pflanzenwelt[1]) (z. B. *Schistostega osmundacea* W. u. M., *Tetradontium Brownianum* Schwg., *Rhabdoweisia fugax* (Hedw.) Br. u. Sch., *Fissidens crassipes* Wils., *Thamnium alopecurum* Br. u. Sch., *Plagiothecium undulatum* Br. u. Sch., *Dichodontium pellucidum* Schimp., *Sphenolobus Michauxii* (Web.) Steph., *Lophozia confertifolia* Schiffn., *Cephalozia reclusa* (Tayl.) Dum., *C. leucantha* Spruce, *Scapania umbrosa* (Schrad.) Dum., um nur einige Laub- und Lebermoose zu nennen).

1) Vgl. DRUDE, O.: Der hercynische Florenbezirk. 1902, S. 478/79.

Webera nutans dagegen lebt an dem untersuchten Orte entschieden nicht unter „optimalen“ Bedingungen, womit auch zusammenhängen dürfte, daß sie während 7jähriger Beobachtungszeit keine Sporogone hervorbrachte. Sie stellt ein Beispiel dafür dar, wie eine Pflanze wüstes Land erobern und behaupten kann trotz der Ungunst klimatischer Verhältnisse, die die Anpassungsfähigkeit der Pflanze auf eine harte Probe stellen und in unserem Falle offenbar die Grenze des Erträglichen erreichen.

---

47. E. Heinricher: Die erste Aufzucht einer Rafflesiacee, Cytinus Hypocistis L., aus Samen.

(Mit Tafel VIII.)

(Eingegangen am 17. Juni 1917.)

Infolge meiner viele Jahre umfassenden Studien über phanerogame Schmarotzer ist der Innsbrucker Garten relativ reich an kultivierten Schmarotzerpflanzen, noch viel reicher aber das Museum des Instituts an Demonstrationsmaterial solcher und an Präparaten zu ihrer Entwicklungsgeschichte.

Schon lange hegte ich den Wunsch, auch eine *Rafflesiacee* in Kultur zu haben, und da naturgemäß an eine solche der tropischen Gebiete in Europa nicht zu denken war, kam natürlich der mediterrane *Cytinus Hypocistis* zunächst in Betracht. Diese Pflanze sah ich in Kultur im Grazer Botanischen Garten, wo sie sich, mit der ausgegrabenen Nährpflanze aus Istrien eingebracht, jedenfalls mehrere Jahre hielt.

Vorerst dachte ich nur daran, auf gleiche Art die Pflanze dem Bestande unseres Gartens einzubeziehen.

Mein alter Freund, Prof. MILIARAKIS in Athen, mit dem ich 1883 gleichzeitig bei SACHS in Würzburg geweilt, hatte die Liebenswürdigkeit, mir zweimal ausgegrabene *Cistus*-Pflanzen mit dem Schmarotzer zu übersenden, doch kamen sie, infolge der langen Fahrt und mangelnder Pflege während derselben, leider unbrauchbar an. Das bewog mich, an MILIARAKIS die Bitte zu stellen, mir womöglich reife Früchte des *Cytinus* zu verschaffen, um die Aufzucht aus Samen

zu versuchen.[1]) Auch dieser Bitte wurde freundlich Gewähr gegeben; ich erhielt im Sommer 1913 das Gewünschte. Ueber den Kulturversuch will ich unten berichten..

Im Frühjahr 1914 war es mir aber vergönnt, einige Tage auf Lussin zu verleben, wo ich in der Nähe von Cigale *Cytinus* reichlich blühend vorfand. Durch gefällige Unterstützung des um die Erforschung der Flora Lussins sehr verdienten Professors an der Nautischen Schule zu Lussin piccolo, AMBROS. HARAČIČ[2]), konnte ich einen Arbeiter gewinnen, der mir bei der Ausgrabung der mit Cytinus behafteten *Cistus*-Pflanzen behilflich war. Drei Pflanzen wurden mit großem Erdballen gewonnen, in offenen Kisten auf das Deck des Dampfers nach Triest und von hier als Eilgut nach Innsbruck gebracht. Zwei der *Cytinus* gehörten der Varietät *kermesina* an, einer war: *aurantiaca*. Letzterer ging leider bald samt der Nährpflanze, deren Wurzelsystem zu unvollständig ausgehoben worden war, ein. Die beiden anderen Pflanzen aber gedeihen bei uns recht gut; sie werden im Kalthaus überwintert, in der guten Jahreszeit aber kommen sie eingetopft in das Freiland unseres Versuchsgartens. 1917 gelangten sie das drittemal zur Blüte. Besonders eine der *Cistus*-Pflanzen (*C. villosus*) ist von ansehnlicher Größe. Auf ihr kamen 1915 7, 1916 gar 10 Blütenstände des *Cytinus* zur Entfaltung; 1917 erfolgte ein Rückgang, es kamen nur 3 Blütenstände. Das Blühen fiel 1915 in den April, 1916, des milden Winters wegen, schon in den März. 1915 wurden durch Kollegen WAGNER einige gelungene Aufnahmen gemacht. Da das Vorliegen solcher mir nicht bekannt ist, sie das Bild aus Maout et Decaisne, das auch in den natürlichen Pflanzenfamilien aufgenommen erscheint, doch aber wirkungsvoll ergänzen, bringe ich einige auf Tafel VIII zur Wiedergabe. Fig. 1 zeigt die Blütenstände vor dem Oeffnen der Blüten (24 III.), Fig. 2 blühend (8. IV.). Fig 3 läßt bei Einstellung auf einen einzelnen Blütenstand männliche und weibliche (unten) Blüten gut unterscheiden. Am natürlichen Standort wären im Gewirr anderer Pflanzen solche Aufnahmen kaum durchführbar.

Und nun zum Kulturversuch. Ende Juli 1913 kamen aus Athen die Früchte von *Cytinus* an. Eine mikroskopische Prüfung ließ allerdings vermuten, daß wenig wirklich ausgereifte Samen

---

1) Die Absicht, das gleiche zu versuchen, äußerte SOLMS-LAUBACH (Ueber den Bau und die Entwicklung der Ernährungsorgane parasitischer Phanerogamen, Jahrb. f. wiss. Bot. VI., p. 600) schon 1868. Er stellte für den Fall, daß sich positive Resultate ergeben sollten, spätere Mitteilung darüber in Aussicht. Es ist mir nicht bekannt, daß eine solche erfolgt wäre.

2) Gestorben im Oktober 1916.

in ihnen vorhanden sein dürften. Trotzdem wurde der Anbau durchgeführt, da die Nährpflanzen für einen solchen schon bereit gestellt waren. Es waren zu diesem Zwecke 1913 gezogene Sämlingspflanzen von etwa Spannhöhe verschiedener *Cistus*-Arten, so *C. salvifolius* L (8), *C. populifolius* L. (7), *C. monspeliensis* L. (6), *C. candidissimus* Dun. (5), also 26 Stück verwendet, aber auch alte Pflanzen verschiedener Arten, 11 Stück, herangezogen, so daß der Versuch 37 Töpfe umfaßte. Das Wurzelwerk der *Cistus*-Pflanzen wurde etwas freigelegt und darauf Prisen der staubkleinen Samen des Parasiten, mit Erde vermengt, gebracht, also so verfahren, wie bei der Anzucht von Orobanchen. Die Kulturtöpfe wurden über Winter im Kalthaus, im vorgeschrittenen Frühjahr im Freiland des Versuchsgartens gehalten, wo sie bis gegen Ende September verblieben.

Im Sommer 1915 wurde eine der Sämlingspflanzen geopfert und ihr Wurzelwerk genau untersucht. Es war ja von vornherein klar, daß der Same einer Rafflesiacee seinen Embryo gleich einer Pilzspore nur zur intramatrikalen Infektion einer Nährwurzel verwenden könne, und daß extramatrikal keine Weiterbildung erfolgen werde[1]); doch schien es möglich, daß die stattgefundene Infektion der Nährwurzel sich durch eine Hypertrophie verraten würde, und daß solche Wurzeln über die erste Entwicklung des Thallus und sein Erstarken Aufschluß bringen könnten. Die erwähnte Untersuchung blieb aber erfolglos, und ich war auch schon geneigt, die ganze Kultur als keinen Erfolg bringend anzusehen. Nicht so sehr wegen der langen seit der Aussaat verstrichenen Zeit, denn eine rasche Entwicklung bis zur Blühreife war man bei den Rafflesiaceen kaum anzunehmen berechtigt, sondern mehr ob des Zweifels an der Tauglichkeit des verwendeten Samenmaterials.

Es war mir deshalb eine angenehme Ueberraschung, die mir am 20. Januar 1917 unser Gartengehilfe mit der Mitteilung bereitete, in einem der Kulturtöpfe wäre das Hervorkommen einer Infloreszenz von *Cytinus* erkennbar.

Der Erfolg ist in Anbetracht der 37 Kulturtöpfe nicht groß, doch besteht ja allerdings auch die Möglichkeit, daß auch von den übrigen 36 Töpfen noch einer oder der andere später einen Erfolg ergibt.[2]) Haben ja auch meine Kulturen mit *Arceuthobium* in sehr

1) SOLMS-LAUBACH äußert l. c. p. 601 die Ansicht, daß der Keimling auch einen Stengelvegetationspunkt ausbilde, der später allerdings zugrunde gehen möge. Die Annahme, daß der Keim einen Stammvegetationspunkt anlege, erscheint mir wenig wahrscheinlich.

2) Das trat, wie der folgende Nachtrag zeigen wird, tatsächlich ein.

wechselnder Zeit zur Gewißheit geführt, ob seitens eines Samens eine Infektion stattgefunden hat.[1])

Der Erfolg mit *Cytinus* beruht darin, daß einmal eben die Aufzucht der ersten Rafflesiacee aus Samen erzielt erscheint und zum andernmal, daß wir nun wenigstens für diesen Fall die Zeit von der Aussaat bis zum Blühreifwerden des Parasiten kennen und so über die Entwicklungsschnelle einigermaßen unterrichtet erscheinen. Da die Aussaat am 1. August 1913 erfolgte, ergibt sich, daß bis zum Erreichen der Blühreife über drei Jahre verlaufen sind, wobei ja allerdings angenommen erscheint, daß die Keimung des Samens bald nach der Aussaat erfolgte.

Dieser Erfolg gibt aber hoffentlich Anregung, auch in den Tropen die künstliche Aufzucht von *Rafflesia*-Arten, von *Brugmansia* usw. aus Samen zu versuchen. Im Buitenzorger Garten erscheinen mir alle Bedingungen gegeben, um diese Versuche mit größter Aussicht auf gutes Gelingen in Angriff zu nehmen. Nur wird sie nicht ein auf einer Studienreise Java für wenige Monate besuchender Botaniker unternehmen können, sondern nur ein Forscher, der durch einige Jahre dort weilt. Der Buitenzorger Garten bietet Raum genug, um ein *Cissus*-Quartier anzulegen und die Beschaffung von Früchten und Samen von *Rafflesia*[2]) und ebenso von *Brugmansia*[3]) kann nach den neueren Berichten auch keine großen Schwierigkeiten bereiten. Die Kultur dieser Wunderblumen aber müßte für den Garten eine

---

1) Das war frühestens 7 Monate nach der Aussaat der Fall, konnte aber auch erst nach 1½ Jahren eintreten und dürfte wahrscheinlich auch nach viel längerer Dauer vorkommen. (Vgl. E. HEINRICHER, „Die Keimung und Entwicklungsgeschichte der Wachholdermistel, *Arceuthobium, Oxycedri*, auf Grund durchgeführter Kulturen geschildert." (Sitzungsber. d. Kais. Akad. zu Wien, 124. Bd., 1915, S. 18.)

2) A. ERNST und ED. SCHMID: Ueber Blüte und Frucht von *Rafflesia*. (Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg, 36. Ser. Vol. XII, 1913, p. 45). — SOLMS-LAUBACH vertrat noch 1901 die Anschauung, daß Früchte der Rafflesiaceen sehr selten seien (ENGLERS „Pflanzenreich", 5. Heft, IV. 75u. 76) und hob hervor, daß von *Brugmansia Zippelii* noch keine einzige Frucht gefunden werden konnte.

3) Die erste Beschreibung und Abbildung einer Frucht von *B. Zippelii* habe ich gebracht (E. HEINRICHER: Beiträge zur Kenntnis der *Rafflesiacea* I.; Denkschriften der mathemat.-naturwiss. Klasse der Kais. Akad. der Wiss. zu Wien, LXXVIII. Bd., 1905). Aus der angeführten Arbeit von ERNST und SCHMID geht hervor, daß bei systematischer Suche auch die Früchte von *Brugmansia* sich als nicht zu selten erweisen dürften.

neue Attraktion bedeuten. So wie betreffs der Rafflesiaceen denke ich auch über die Aufzucht der Balanophoreen; ich glaube, sie würde bei einigermaßen systematischer Durchführung ohne große Schwierigkeiten gelingen. Ja, bei *Balanophora* hielt ich die Sache selbst in unseren Gewächshäusern für durchführbar, und ich hatte auch an TREUB schon die Bitte gestellt, mir samentragende Infloreszenzen oder reichliches Samenmaterial zu übersenden, wie ich andererseits zu Kulturversuchen in den Tropen schon früher anzuregen bestrebt war.[1]) TREUB's Erkrankung und sein leider so früher Hingang war wohl die Ursache, daß ich die gewünschten Samen nicht erhielt, und späterhin habe ich mich um ihr Erlangen nicht mehr bemüht. Bei *Balanophora* wäre die Entwicklungsgeschichte verhältnismäßig leicht zu verfolgen, da, wie meine Untersuchungen[2]) und die meines gewesenen Assistenten Dr. STRIGL[3]) wohl nahezu sichergestellt haben, die Entwicklung ganz überwiegend extramatrikal erfolgt und eben in der Ausbildung der *Balanophora*-Knolle liegt, in der ja auch der Wirt mit seinen Wurzelauszweigungen am Aufbau beteiligt erscheint, um so dem Parasiten ein Feld zum Unterbringen und zur Betätigung seines eigenartigen Absorptionssystems zu gewähren. Die Knolle aber geht wahrscheinlich aus einem Teil des wenigzelligen Embryos hervor, und wenn nicht, wenn der Embryo nur den primären Thallus liefert, so ist doch seine Lage eine so oberflächliche, daß die von ihm dann besorgte Knollenbildung leicht verfolgbar erscheint.

Ganz anders liegen die Verhältnisse, wie schon Seite 507 angedeutet, offenbar bei der Entwicklung der Rafflesiaceen. Eine Entwicklungsgeschichte dieser wird in lückenlosem Zusammenhange nie zu geben möglich sein, denn offenbar verläuft die Entwicklung ganz intramatrikal in der Nährwurzel. Den kleinen Samen im Boden nachzuweisen, der den ersten vom Embryo ausgehenden Thallusfaden zur Infektion der Nährwurzel entsendet, wird nie gelingen. Wohl aber wird es bei gelungener Kultur möglich sein, durch Untersuchung der Nährwurzel um den zur ersten Blüte gelangten Parasiten ein Bild über die Entwicklungsschnelligkeit des Thallus, über die

---

1) Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Balanophora* (Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Mathem.-naturw. Klasse, Bd. CXVI., Abt. I, 1907, S. 23).

2) Ebendort, p. 6 u. 21.

3) MAX STRIGL, Der Thallus von *Balanophora*, anatomisch-physiologisch geschildert. (Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. W. in Wien, Bd. CXVII, Abt. I, 1908, p. 4.)

Strecken, durch die er im Wirte sich ausgedehnt hat, zu gewinnen.[1]) Auch wird man bei reichlichem Erfolge vermutlich infizierte Wurzeln schon zu einer Zeit zu erkennen vermögen, wo der Parasit die Anlage des ersten Blütenstandes beginnt, ja vielleicht sich auf noch früheren Entwicklungsstufen befindet. Voraussetzung ist eben, daß man von sicher gutem Samen ausgehend zu Kulturen gelangt, bei denen man es nicht zu scheuen braucht, einige Töpfe derselben zu opfern. Auf solche Weise wird der Entwicklungsgang, den *Cytinus Hypocistis* in der Wirtswurzel durchmacht, zwar nicht lückenlos, aber doch in genügender Weise aufgehellt und verfolgt werden können.

Das Vorstehende habe ich Ende Januar dieses Jahres geschrieben. Ich hielt die Veröffentlichung zurück, um das Blühen der aus Samen gezogenen *Cytinus*-Pflanze abzuwarten und allenfalls noch eine Aufnahme derselben beigeben zu können. Infolge des abnorm kühlen Frühlings ist das auch heute, am 29. April, nicht erreicht, wenn auch nahegerückt. Indessen habe ich in mehrfacher Beziehung noch einiges nachzutragen. Zunächst meine Kultur betreffend: daß am 5. II. im gleichen Topfe, wo die erste Infloreszenz am 20. I. hervorbrach, eine zweite zum Vorschein kam, die wahrscheinlich auf der gleichen Wirtswurzel sitzt, wie die erste. Weiter ergab noch einer der Töpfe mit *Cistus populifolius* eine *Cytinus*-Pflanze. Der hervorbrechende Blütenstand wurde am 14. III. entdeckt.

Dabei ergab sich in der Färbung eine erwähnenswerte Abweichung. Die im ersten Topf entstandenen Blütenstände entsprechen deutlich der Varietät *Cytinus Hypocistis, kermesinus*, die tiefrote Farbe zeichnete schon die hervorbrechende Infloreszenz aus. Bei der zweiten Pflanze war hingegen die Färbung ein zartes lichtes Rosa, ein Farbenton, der mich an jenen der Knospen von *Brugmansia* erinnerte. Die Färbung hat dann aber, unter Einfluß des Lichtes jedenfalls, nach Rot hin immer mehr zugenommen, ohne jedoch das Rot der Var. *kermesinus* zu erreichen. Noch heute sind die Blüten

---

1) Aus den Untersuchungen von SOLMS-LAUBACH (l. c.) geht hervor, daß der Thallus von *Cytinus* verhältnismäßig große Gewebeverbände in den *Cissus*wurzeln bildet und darin vom Thallus der *Rafflesia* sich wesentlich unterscheidet. Doch sind diese Untersuchungen alle an blühreifen Pflanzen, die am natürlichen Standort eingesammelt wurden, gemacht und konnte man über ihr Alter keine Sicherheit haben. Wenn SOLMS auch versucht, ein Bild vom Entwicklungsgang des Thallus zu entwerfen, kann es ja mit den tatsächlichen Vorgängen mehr oder minder übereinstimmen oder wohl auch in wesentlichen Punkten davon abweichen. Erst durch Kulturen des *Cytinus* wird Gesichertes auch hierin zu gewinnen sein.

unter den Brakteen geborgen; das leuchtende Rot der Infloreszenz wäre als hell leuchtendes Karminrot zu bezeichnen.

Hervorheben will ich auch noch, daß die Blüten des *C. kermesinus* meiner Kulturen[1]) in einem Falle vorherrschend weiß sind und nur lichte rote Sprenkel besitzen, bei der zweiten Pflanze aber das Weiß zurücktritt, an den Umkreis des Perianthblattes gedrängt erscheint, während der mittlere Teil sehr reich an anthokyanhaltigen Zellen ist und darum rot erscheint. Das tritt übrigens auch bei der in Fig. 3 wiedergegebenen Infloreszenz hervor.

Fig. 4 bringt in Zweidrittel natürlicher Größe die zweite aus Samen aufgezogene Pflanze nach einer am 9. Mai gemachten Aufnahme.

Mit einigen Worten möchte ich dann noch den Gegenstand streifen, den VON WETTSTEIN[2]) kürzlich in diesen Berichten erörterte.

Wie aus meiner Mitteilung entnommen werden kann, kommen auf Lussin piccolo offenbar beide Formen oder Subspecies von *Cytinus, kermesinus* und *ochraceus* vor; denn was ich, wenn ich nicht irre, der Terminologie von HARAČIČ folgend, *aurantiacus* nenne, entspricht jedenfalls WETTSTEIN's *ochraceus*. Ich möchte noch hinzufügen, daß beide Formen in nächster Nähe — nur wenige Schritte voneinander entfernt — bei Cigale vorkamen, was besonders mit Rücksicht auf dadurch leicht ermöglichte Kreuzung beider hervorgehoben zu werden verdient.

Prof. HARAČIČ hat mir auch mitgeteilt, daß *C. kermesinus* auf *Cistus villosus*, *C. aurantiacus* auf *Cistus Monspeliensis* vorkomme. Ich vermute, daß in der von HARAČIČ veröffentlichten Flora von Lussin sich ebenfalls in dieser Hinsicht Angaben finden werden. Zurzeit kann ich in diese, in kroatischer Sprache verfaßte Flora, leider nicht Einblick nehmen.[3]) Soviel scheint mir sicher, daß *Cytinus*

---

1) Hier sind die beiden aus Lussin gebrachten Pflanzen gemeint.

2) Studien über die systematische Gliederung von *Cytinus Hypocistis* L.

3) Ueber die Biologie von *Cytinus* war HARČAIČ wenig unterrichtet. Er meinte, daß nach dem Blühen die Wirtspflanzen eingehen, was nur insofern richtig ist, daß einzelne *Cistus*-Pflanzen dem Parasitismus des Wirtes erliegen. Einzelne solcher Pflanzen habe auch ich gesehen. Meist wird das nur nach mehrjähriger Vegetation des Parasiten eintreten. Ueber die Bildung und das Reifen der Früchte konnte HARAČIČ nicht Aufschluß geben; er meinte, daß Früchte selten vorkommen. Eine ähnliche, wie ich aber vermute irrige, Ansicht äußerte auch Herr A. BERGER in La Mortola brieflich, als ich mich seinerzeit um Einsendung von Samen bei ihm bewarb. Ich meine, daran trägt die mangelnde Kenntnis, daß die Samen staubartig klein sind, Schuld. Beim Ansehen der eingetrockneten Beeren, mit dem gelblichen, staubartigen Belag an den Plazenten, ist das Entstehen einer solchen Meinung leicht verständlich.

ochraceus (*aurantiacus*) auf Lussin gegen *C. kermesinus* an Zahl beträchtlich zurückstand, und daß die Exemplare, die ich sah, auf dem weißblütigen *Cistus Monspeliensis* saßen. Wie eingangs erwähnt, ging die mit Wirt ausgegrabene Pflanze leider ein.

Aus meinem Aussaatversuch ist nichts Sicheres zu entnehmen, wenn auch vielleicht ein Hinweis in bestimmter Richtung durch denselben vermutet werden kann. Vor allem ist keine Sicherheit vorhanden, daß meine aus Athen erhaltenen Früchte und Samen alle der gleichen Art angehörten. Gegen die Auffassung von WETTSTEIN spricht mein Kulturergebnis nicht, da beide *Cytinus*-Pflanzen auf *Cistus populifolius*, einer blaßrötlich blühenden und, wie ich vermute, *Cistus villosus* nahestehenden Art sich entwickelten[1]), hingegen auf den weißblühenden Arten — wenigstens bisher — kein *Cytinus* zum Vorschein kam. Viel Bedeutung kann man dem aber nicht beimessen, da eben nur 2 der 37 Kulturtöpfe einen Erfolg brachten. Eine endgültige Entscheidung werden deshalb nur neue Kulturversuche bringen können, die im Hinblick auf mein Ergebnis ja jetzt viel Aussicht auf Erfolg versprechen. Eine so enge Spezialisierung der *Cytinus*-Formen auf bestimmte Wirte, und zwar Arten einer und derselben Gattung, wie sie WETTSTEIN annimmt, befremdet doch einigermaßen, wenn uns auch für parasitische Pilze dergleichen Verhältnisse schon bekannt sind und ihr Vorkommen bei Schmarotzern innerhalb der Samenpflanzen ebenfalls recht wohl möglich erscheint. Es wäre aber auch denkbar, daß aus den Samen der gleichen *Cytinus*-Mutterpflanze, unter dem Einfluß stofflicher Eigentümlichkeiten der Wirtpflanze (*Cistus*-Art), eine Verschiedenheit in der Färbung der Descendenten herrühren könnte. Speziell scheint *Cistus monspeliensis*, auch *Cistus salvifolius*, doch vielleicht etwas weniger[2]), reich an einem gelben Farbstoff, oder besser an dem Chromogen eines solchen, zu sein, der sich an den gepreßten Pflanzen darin kundgibt, daß die im frischen Zustande rein weißen Blüten getrocknet kanariengelb erscheinen.

Innsbruck, Botanisches Institut der Universität, im Mai 1917.

Erklärung der Tafel VIII

im Text S. 510 und S. 511

---

1) In DE CANDOLLE's Prodromus, Bd. I, S. 266, ist *Cistus populifolius* allerdings nicht der Sect. I *Erythrocistus*, sondern der Sect. II. *Ledonia*, also den weißblütigen, zugeteilt.

2) Doch abgesehen jedenfalls von einer Form γ, die als „*ochroleucus*" sich in DE CANDOLL's Prodromus verzeichnet findet, bei der also die frischen Blüten schon gelb gefärbt sind.

48. E. Heinricher: Zur Kenntnis der Blüte von Cytinus Hypocistis L.

(Mit Tafel IX.)

(Eingegangen am 17. Juni 1917.)

Als ich die voranstehende Mitteilung schon abgeschlossen hatte, machte ich noch einige Beobachtungen, über die ich hier berichten will.

Wie man aus Fig. 4 der Tafel IX zu erkennen vermag, war die Infloreszenz der dargestellten Sämlingspflanze schwächlich. Dies mag zum Teil mit der noch geringen Erstarkung der Pflanze zusammenhängen, kann aber auch in dem wenig günstigen Stande des als Wirt dienenden *Cistus* begründet sein, der stark verlaust ist, und gleichzeitig unter einem Rußtaupilz leidet (Folge vernachlässigter Kultur bei Mangel an Arbeitskräften). Die ganz ähnliche, schwächere Infloreszenz der zweiten aufgezogenen Pflanze untersuchte ich, um zu sehen, ob weibliche Blüten vielleicht ganz fehlen. Es war denkbar, daß so wie bei *Lilium croceum* Erstlingsblüher rein männliche Blüten haben, die, wie ich zeigte, als Hemmungsbildungen aufzufassen sind[1]), auch bei *Cytinus* jugendliche Pflanzen nur männliche Blüten besitzen könnten. Es ergab sich, daß weibliche Blüten wohl vorhanden waren, aber nur eine oder zwei vielleicht ihre volle Entfaltung erreicht hätten, während andere im Knospenzustande einzugehen schienen.

Nicht ohne Interesse ist es, daß die meist entwickelte weibliche Blüte e i g e n t l i c h e i n e u n v o l l k o m m e n e Z w i t t e r b l ü t e w a r. Es fanden sich nämlich unter dem wohl entwickelten Narbenkopf der Kolumna genitalis einseitig gut ausgebildete Antheren vor. Die Hälfte dieser ist in Fig. 1 Tafel IX sichtbar, welche die Kolumna genitalis, nach Entfernung der Perianth-Lappen, zur Ansicht bringt. Die Kolumna war dadurch, daß die Ausbildung von Antheren nur an einer Seite erfolgte, etwas nach der entgegengesetzten Seite hin gekrümmt,

1) Man vergleiche: E. HEINRICHER „Ueber Androdiöcie und Andromonöcie bei *Lilium croceum* Chaix und die systematischen Merkmale dieser Art (Flora, Jahrg. 1908, Bd. 98), und besonders „Ueber die Geschlechtsverhältnisse des *Lilium croceum* auf Grund mehrjähriger Kulturen". (Flora, 103. Bd., 1911).

wie das die Fig. 2, Tafel IX, zeigt.[1]) Die hornartigen Konnektivfortsätze der Antheren, die in der später zu besprechenden Fig. 3 deutlich zu sehen sind, waren in dem Falle nicht vorhanden.

Aehnliche Blüten hat, wie aus PENZIG's Pflanzen-Teratologie (II. S. 269) zu entnehmen ist, A. LIRON[2]) beschrieben. Da ich in die Abhandlung LIRON's nicht Einsicht nehmen konnte, wiederhole ich, was sich bei PENZIG darüber findet. „A. LIRON hat eine interessante Anomalie beschrieben: hermaphrodite Blüten, in welchen auf einer Seite der Griffelsäule Antheren, auf der anderen Narben entwickelt waren.“ Wie man sieht, liegen in meiner Blüte die Verhältnisse doch anders, da, wie Fig. 2 zeigt, in ihr der Narbenkopf nicht nur einseitig, sondern vollständig entwickelt war. Es erscheint mir nicht unwahrscheinlich, daß die Untersuchung einer größeren Zahl von Blütenständen ergeben würde, daß derlei „zwitterige“ Blüten in der Uebergangszone von den männlichen zu den weiblichen Blüten bei *Cytinus* häufiger auftreten.

Sowohl die von LIRON, als auch die von mir beschriebene Blütenabweichung aber weisen wohl deutlich darauf hin, daß die eingeschlechtigen Blüten offenbar aus Zwitterblüten hervorgegangen sind, Verhältnisse, die durch meine Befunde[3]) auch für *Brugmansia Zippelii* Bl. nachgewiesen wurden, wo neben Zwitterblüten männliche mit rückgebildetem Gynoeceum und weibliche mit rückgebildetem Androeceum vorkommen.

Uebrigens ist in den männlichen Blüten ein Narbenrest auch bei *Cytinus* normalerweise vorhanden, der aber bislang übersehen wurde. Zur Zeit, wenn die Antheren stäuben, ist die Beobachtung desselben schwer, und ebenso, wenn etwa Alkoholmaterial von *Cytinus* zur Untersuchung herangezogen wird, in dem sich der Parasit wie der Alkohol tintig dunkel färbt.[4]) Sehr klar traten die Verhältnisse

1) Die Figuren 1 und 2 geben die Kolumna bei annähernd 4½ facher Vergrößerung wieder. Die Zeichnung verdanke ich Fräulein ERIKA VON PUTZER.

2) „Cas de monstruosité dans le *Cytinus Hypocistis*.“ (Bull. Soc. d'étude des Sc. Nat. de Nîmes. 1882, I; Rev. travaux Scientif., Tome III, 1883, Nr. 1, p. 38.)

3) „Beiträge zur Kenntnis der Rafflesiaceae. I.“ (Denkschr. d. mathemat.-aturwiss. Klasse der Kais. Akad. d. Wiss., Wien, LXXVIII. Bd., 1905.“

4) Die von mir gefundene Behandlungsweise, die das Schwarzwerden verhindert (vgl. „Ueber das Konservieren von chlorophyllfreien, phanerogamen Parasiten und Saprophyten“, Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie Bd. IX, 1892, S. 321) bewährte sich auch bei *Cytinus* vollkommen. Im Jahre 1907 brachten mir Studierende unserer Hochschule, von einem wissenschaftlichen

in einer nahe der Reife abgestorbenen Blüte hervor, deren Kolumna genitalis ich deshalb von oben photographisch aufnehmen ließ. Die bei vierfacher Vergrößerung gemachte, in Fig. 3, Tafel IX, vorliegende Aufnahme läßt zwischen den deutlich unterscheidbaren Antheren mit ihren spitzen Konnektivfortsätzen noch vier Höcker, zwei stärkere und zwei schwächere, unterscheiden, die offenbar ein Narbenrest sind.

Die Fig. 3 ist aber auch bezüglich des Androeceums von einigem Wert. Die Zahl der Staubgefäße ist nämlich in einer Mitteilung VON HAYEK's[1]) aus jüngerer Zeit jedenfalls irrig mit f ü n f angegeben, während in Fig. 3 deren z e h n deutlich zu unterscheiden sind, und ich diese Zahl noch in einigen Blüten nachweisen konnte. Die Angabe VON HAYEK's befremdet deshalb, weil EICHLER in seinem Diagramm 8 Stamina zeichnet, im Texte die Zahl mit 6—8 für *Cytinus Hypocistis* angibt.[2]) Ich glaube nicht, daß die Zahl der Staubblätter so großen Schwankungen unterliegt und daß sie je unter 8 herabsinkt. Die Blüte, von der Fig. 3 stammt, war keine besonders kräftige, und doch weist sie 10 Staubblätter auf. Eher als auf ein Herabsinken unter 8 möchte ich auf ein gelegentliches Ansteigen über 10 schließen. Die vermutlich (was die Zahlen 6 und 7 betrifft) ebenfalls irrigen Angaben EICHLER's dürften durch die Schwierigkeit entstanden sein, am geschwärzten, konservierten Material, das ihm zur Verfügung stand, eine sichere Bestimmung durchzuführen; die Bestimmung der Staubgefäßzahl ist aber, wenn die Antheren schon stäuben, auch an frischem Material nicht leicht.

Die gleichen Schwankungen in der Zahl der Glieder, wie wir sie im Andröceum finden, scheinen auch im Gynöceum zu herrschen. Bei HAYEK findet sich keine Angabe über die Zahl der Fruchtblätter; EICHLER zeichnet in seinem Diagramm 8. Im Texte heißt es: „das vollkommen unterständige Ovar zeigt 6—8 parietale Plazenten".

Ausflug auf Elba, Blütenstände von *Cytinus*. Sie wurden zu einer Zusammenstellung von Blüten und Blütendurchschnitten für unser Museum benutzt, auf einer Glasplatte montiert und in Alkohol aufbewahrt. Das Präparat, das nach meinem Verfahren behandelt worden war, läßt heute noch alle Einzelheiten deutlich unterscheiden.

1) „Ueber die Blütenbiologie von *Cytinus Hypocistis* L." (Oesterr. Botan. Zeitschr., LXII. Jahrg., 1912, S. 238). VON HAYEK hat das Nektarium von *Cytinus* nachgewiesen und gezeigt, daß die Blüten an die Bestäubung durch langrüsselige Insekten angepaßt sind.

2) Blütendiagramme, Bd. II, S. 535. Von den übrigen, diöcischen *Cytinus*-Arten sagt EICHLER: „Die Zahl der Perigonteile beträgt mitunter bis zu 8 und 9, und die der Stamina 10 und mehr (*Cyt. americanus* R. Br. = *Bdallophytum ceratantherum* Eichl. in Bot. Ztg. 1872)".

Wieder muß ich, meinen Untersuchungen nach, ein Sinken der Fruchtblätter auf 6 und 7 als nahezu ausgeschlossen ansehen, während sie das Vorkommen von 8 Fruchtblättern bestätigen, aber auch deren 9 und 10 erwiesen. Die Zahl der Fruchtblätter entspricht der Zahl der Narbenstrahlen. Sehr schön zu sehen sind sie in der untersten Blüte der Tafel VIII, Fig. 3 (vgl. die voranstehende Abhandlung). Die gleiche Zahl zählte ich an der Narbe einer weiblichen Blüte, die ich im Knospenzustande untersuchte. In Fig. 4 ist der Querschnitt durch den Fruchtknoten dieser Knospe nach mikrophotographischer Aufnahme wiedergegeben, und man ersieht daraus, daß die Zahl der parietalen Plazenten mit der Zahl der Narbenstrahlen übereinstimmt. In einer anderen Blüte zählte ich 9 Narbenstrahlen und dementsprechend im unteren Teile des Fruchtknotens 9 parietale Plazenten. An dieser weiblichen Blüte, deren Fruchtknoten ich in eine Reihe von Handschnitten zerlegte, ergab es sich aber auch, daß der Fruchtknoten von *Cytinus* im oberen Teile gefächert ist, und die Zahl der vorhandenen Fächer mit der Zahl der Narbenstrahlen übereinstimmt. Fig. 5 zeigt die Aufnahme eines solchen Schnittes. Man sieht, daß die Fächer recht ungleich an Größe sein können, was parallel geht mit der größeren oder geringeren Entwicklung der entsprechenden Narbenstrahlen, bzw. der entsprechenden Fruchtblätter und ihrer Plazenten. Letzteres wird besonders an dem Fruchtknotenquerschnitt, der in Fig. 6 vorgeführt ist und aus der ungefächerten, tieferen Region einer Blüte stammt, ersichtlich. In Fig. 5 sind die Fächer besonders an der mit einem Pfeil bezeichneten Stelle auffallend klein, an der auch die eine Scheidewand nur unvollständig erhalten vorliegt. Die Fig. 5 zeigt aber auch, daß, entsprechend den Scheidewänden der ringartig angeordneten Fächer, nach innen zu Fortsätze mittelpunktwärts verlaufen, die wieder der Zahl nach mit jener der Narbenstrahlen und somit der Fruchtblätter übereinstimmen.

Zehn gleichmäßig kräftige Plazenten, eingebettet in eine pulpöse Masse, zeigt der Querschnitt durch den Fruchtknoten einer Blüte von dem in der Fußnote 2, S. 514 erwähnten Präparate, das aus den von Elba stammenden Pflanzen gewonnen wurde. Auch der in Fig. 6 abgebildete Fruchtknotenquerschnitt zeigt 10 Plazenten. Doch ist mir dieser Fall insofern etwas zweifelhaft, als ich nicht weiß, ob die Narbe der betreffenden Blüte zehnstrahlig war. Die beim Kreuzchen in der Figur vorhandene Plazenta ist nicht nur auffallend schwach, sondern auch in ungewöhnlicher Weise der Nachbar-Plazenta links genähert. Da sich, wie Fig. 6 zeigt, die Plazenten bäumchenartig verzweigen, könnte die mit × bezeichnete

Plazenta allerdings als ein basaler, an die Fruchtknotenwand angewachsener Seitenzweig ihrer linken Nachbarin gedeutet werden. Wahrscheinlicher allerdings erscheint es mir, daß sie einem kümmerlichen Fruchtblatte entspricht.

Fassen wir das hier Mitgeteilte kurz zusammen, so läßt sich sagen :

1. An der Kolumna genitalis einer weiblichen Blüte wurden gut entwickelte Antheren vorgefunden. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Prüfung eines umfangreicheren Materials ergeben würde, daß derlei „Zwitterblüten" in der Uebergangszone von den männlichen zu den weiblichen Blüten bei *Cytinus* häufiger auftreten.

2. In den männlichen Blüten wurde das Vorkommen eines Narbenrestes nachgewiesen.

3. Die Angaben, welche die Zahl der Staubblätter in der männlichen Blüte mit 5, 6 oder 7 verzeichnen, sind wohl irrig. Nachgewiesen wurden 10 Staubblätter, doch ist das Vorkommen von Schwankungen in der Zahl von 8—10 wahrscheinlich.

4. Innerhalb der gleichen Zahlen (8—10) schwankend wurde die Zahl der Fruchtblätter nachgewiesen. Ihre Zahl entspricht der Zahl der Narbenstrahlen, und diese wieder der Anzahl der wandständigen Plazenten im Fruchtknoten.

5. Im obersten Abschnitt ist der Fruchtknoten gefächert; die Fächer, deren Zahl mit jener der Narbenstrahlen und somit der Fruchtblätter übereinstimmt, sind in einer Ringzone im Umkreis des Fruchtknotens angeordnet; die Scheidewände der Fächer setzen sich mittelpunktwärts als Leisten, die frei endigen, fort.

Innsbruck, Botanisches Institut der Universität, im Juni 1917.

Erklärung der Tafel IX

im Texte. Die Figuren 1 und 2 sind ungefähr 4½ fach, Fig. 3 4 fach, die Figuren 4—6 6½ fach vergrößert.

---

49. R. Kolkwitz: Ueber die Standorte der Salzpflanzen.

(Eingegangen am 20. Juni 1917.)

Eine Reihe zusammenhängender Gewässer- und Wiesenstudien in Mitteldeutschland [vgl. THUMM, GROSS u. KOLKWITZ (1)] bot in vielen Beziehungen eine günstige Gelegenheit, die Beschaffenheit der Standorte von Salzpflanzen sowohl nach der qualitativen wie nach der quantitativen Seite hin genauer zu studieren als dies bisher im Allgemeinen geschehen war.

Als besonders lehrreiches Gebiet erwies sich dabei das Gelände rings um das Kyffhäuser Gebirge, dessen Zechsteinformation bekanntlich durch seine Gipsfelsen und Salzquellen schon lange das Interesse der Botaniker in floristischer Beziehung in Anspruch genommen hat.

Im Süden des Gebirges liefern die Solen von Frankenhausen stark kochsalzhaltige Wässer, welche seit langem zur Entstehung von Salzpflanzen-Beständen, z. B. im Esperstedter Ried, geführt haben.

Im Norden des Kyffhäusers bzw. der Windleite entspringen die beiden Numburger Quellen, welche zur Bewässerung der Helmewiesen beitragen; die westliche dieser Quellen hat einen der Ostsee bei Holstein vergleichbaren Salzgehalt von etwa 1,9 pCt. und weist *Salicornia*, *Suaeda* und andere strenge Halophyten an ihren Ufern auf, während die östliche einen der Ostsee bei Westpreußen ähnlichen Salzgehalt von nur etwa 0,4 pCt. [darunter auch Glaubersalz (Na_2SO_4)] besitzt und vorwiegend nur Halophile aufkommen läßt.

Im Osten des Gebirges endlich liegen die kochsalzhaltigen Wiesen von Kachstedt, mit *Aster tripolium*, *Spergularia salina* u. a. m., und der bekannte Solgraben von Artern. Nicht weit von diesen liegt der fast kreisrunde Frauensee, dessen Durchmesser etwa 100 m beträgt; er ist durch einen Erdfall in Gelände mit Gipsuntergrund entstanden. Seine Lage ergibt sich aus dem Meßtischblatt 1 : 25 000, Sektion Artern Nr. 2675. Seine Ufer sind, soweit sie nicht vom Wasser bedeckt werden, flach und tragen normale Wiesenvegetation, zwischen der stattliche, wenn auch nicht dicht gedrängt wachsende, also nicht eigentlich bestandbildende Exemplare von *Triglochin maritima*, dem Meerstrandsdreizack, auffallen.

Der (östliche) Abflußgraben des durch seitliche (westliche) Quellen wohl dauernd gespeisten Frauensees ist mehr oder weniger dicht bewachsen mit

Typha angustifolia	*Carex vulpina*
Alisma plantago	*Phragmites communis*
Scirpus maritimus	*Rumex crispus*
„ *Tabernaemontani*	*Ranunculus aquatilis.*

Im Plankton des Sees fiel ein größerer Reichtum an *Synedra acus*, ca. 1100 Exemplare in einem Kubikcentimeter Wasser, auf.

In ähnlicher Weise zeigte sich *Triglochin maritima* in nicht durchströmten, am Grunde wenigdurchlässigen Wasserlöchern der benachbarten Mergelgruben von Borxleben, welche dicht beim Bahnhof des Ortes gelegen sind, mit sonst meist nicht in Gesellschaft von Salzpflanzen auftretenden Gewächsen, z. B. mit untergetaucht wachsenden Exemplaren von *Aulacomnium palustre* und mit *Aphanochaete repens* vergesellschaftet. Weiter fanden sich *Glaux maritima, Erythraea linariifolia, Plantago maritima* u. a. m. neben *Aira caespitosa* und *Ononis spinosa*[1]).

Es war klar, daß die chemische Analyse der Wässer an diesen Standorten ein besonderes Interesse bieten mußte und in der Tat

1) Die Gesamtflora der Mergelgruben von Borxleben setzte sich hauptsächlich aus folgenden Arten zusammen:

Equisetum palustre	*Ononis spinosa*
Typha angustifolia	*Melilotus albus*
Trichlochin maritima	„ *dentatus*
„ *palustris*	*Lotus tenuifolius*
Scirpus maritimus	*Tetragonolobus siliquosus*
„ *Tabernaemontani*	*Linum catharticum*
Heleocharis palustris	*Pastinaca sativa*
Carex vulpina	*Daucus carota*
„ *glauca*	*Samotus Vaterandi*
„ *distans*	*Glaux maritima*
„ *flava*	*Erythraca linariifolia*
„ *hirta*	*Lycopus europaeus*
Briza media	*Brunella vulgaris*
Aira caespitosa	*Plantago maritima*
Agrostis alba	*Cirsium acaule*
Juncus gerardi	*Centaurea jacea*
„ *lamprocarpus*	*Taraxacum palustre*
Potentilla reptans	*Thrincia hirta*
„ *anserina*	

Einem größeren Teil begegnet man auch auf den Grettstadter Wiesen bei Schweinfurt, deren Untergrund hauptsächlich aus Gipskeuper und Lettenkohledolomit besteht.

lieferte sie, wie die folgende Tabelle zeigt, lehrreiche Aufschlüsse über das Verhalten und die etwaige Kultur der nach den Angaben in der Literatur noch unsicheren Halophilen.

Chemische Zusammensetzung des Wassers vom gemeinsamen Standort halophiler und nicht halophiler Pflanzen.

Ort der Entnahme	Tag der Entnahme	mg/l					Gesamthärte	Bleibende Härte
		Chlor (Cl) gebunden	Schwefelsäure (SO_3) gebunden	Chlor + Schwefelsäure angegeben als Cl	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	deutsche Grade	
Frauensee (Unstrutgebiet)	29. Nov. 1916	12	1080,4	969,0	848	117	101,2	76,6
Mergelgrube b. Borxleben	29. Nov. 1916	28	1038,4	947,7	622	56	90,0	74,9

Die Reaktion des Wassers war schwach alkalisch, Nitrate fanden sich nur in Spuren.

Die Analyse zeigt, daß es sich nur um sehr harte Wässer, nicht um salzige handelt, daß besonders Calciumsulfat reichlich vorhanden ist. Das Auftreten gipsreicher und dabei kochsalzarmer Wässer in örtlicher Nähe von starken Solen darf in der Zechsteinformation nicht überraschen; auch das Wasser der Barbarossahöhle im südwestlichen Kyffhäuser ist arm an Kochsalz und meist mit Gips gesättigt (gegen 2 g Gips im Liter, entsprechend etwa 90 Grad DH).

Das Kochsalz findet sich im Gips oft nur nesterweise eingelagert, wird zusammen mit Gips ausgewaschen und macht dann schließlich bloßen Gipsauslaugungen Platz. Ob der Frauensee als Erdfall durch Auswaschen von Kochsalz oder von Gips entstanden ist, vielleicht auch auf beide Weisen, mag dahingestellt bleiben; gegenwärtig führt er, wie gesagt, vorwiegend stark sulfathartes Wasser, dem eine geringere Menge von Bittersalz ($MgSO_4$) und vielleicht auch Spuren von Glaubersalz (Na_2SO_4) beigemischt sind.

Eine zeitweise, für die Entwicklung von *Triglochin maritima* wesentliche Eindunstung der entnommenen Wässer ist nicht wahrscheinlich, wohl aber ein vorübergehendes Absinken des Wasserspiegels unter die Oberfläche. Der Meerstrandsdreizack lebt in den Mergelgruben von Borxleben mit seinen unteren Teilen stellen-

weise als Wasserpflanze, außer mit Moosen auch in Gemeinschaft mit *Chara*, die im Herbst untergetaucht vegetierte und dort üppig entwickelt war.

Ob halophile Pflanzen auch an Standorten mit stark karbonathartem Wasser wachsen und sich dadurch den Kalkpflanzen nähern, vermag ich nach meinen bisherigen Untersuchungen nicht zu sagen. BERNATSKY (1) erwähnt das gelegentliche Vorkommen von *Plantago maritima* auf Kalk, teilt aber keine Analysen mit. Für *Tetragonolobus siliquosus*, *Samolus Valerandi*, *Thrincia hirta*, *Trifolium fragiferum* und andere in bezug auf Vorliebe für Kochsalz in manchen Gegenden unsichere Pflanzen wäre ein gleiches Verhalten sehr wohl denkbar. Beziehungen der Salzpflanzen (z. T. auch der Kalkpflanzen) zu den Ruderalpflanzen, welche Nitrate und Ammoniaksalze bevorzugen, sind allein schon durch manche Chenopodiaceen besonders Arten der Gattung *Atriplex* sicher. In gleicher Weise zeigt auch *Potentilla anserina* Beziehungen zu sehr verschiedenartigen Salzen.

Nach KERNER V. MARILAUN (1) und BERNATZKY (1) können die Halophyten in der ungarischen Tiefebene auch auf Alkaliböden, besonders Sodaböden, leben. Ähnliches gilt auch für Böhmen, ferner für Asien, Afrika und Nordamerika, für deren Böden stellenweise auch Borate in Frage kommen.

Während *Salicornia herbacea* am Meeresstrand normalerweise immer auf Kochsalz angewiesen ist, gedeiht sie im Binnenlande auch in sodahaltigem Medium, z. B. bei Szegedin im südlichen Ungarn

In pflanzengeographischer Beziehung kann solchen von der Norm abweichenden Feststellungen im Allgemeinen keine sehr weitgehende Bedeutung beigelegt werden, da die Beziehungen der Salzpflanzen zum Kochsalz doch weitaus überwiegen und außerdem Konzentrationsdifferenzen bei diesem Salze in typischer Weise qualitativ deutlich abgestufte, spezifische Formationen in der freien Natur auslösen.

In unsicheren Fällen entscheidet am einfachsten und unzweideutigsten die chemische Analyse sachgemäß entnommener Proben. Von solchen Fällen seien einige an der Hand der Literatur besprochen.

A. PETRY (1) beobachtete zwischen den Gips- und Dolomitbergen des engen Hopfentales im westlichen Kyffhäuser *Plantago maritima* auf einem von lockerem Gipsmehl bedeckten Gipsfelsen und im Kalktal bei Frankenhausen an den Gipsabhängen hoch über der Talsohle *Erythraea linariifolia* und *Tetragonolobus siliquosus*. Eine Erklärung für diese ungewöhnlichen Standortseigentümlichkeiten sucht er darin, daß nach den Analysen im Erläuterungsheft

zur geologischen Spezialkarte des Blattes Frankenhausen (Nr. 2674) NaCl im Gips vorkommt. Dieses Salzes bedarf es aber für das Gedeihen der genannten Pflanzen nach den Feststellungen bei Borxleben nicht unbedingt; es genügt dazu die bedeutende Härte des Wassers im Gipsgebirge.

G. LUTZE (1) bemerkt zu dem Standort von *Triglochin maritima*, daß sie vorherrschend auf Salzboden vorkomme, aber auch auf Sumpfstellen, so bei Stockhausen unweit Sondershausen in der Tongrube und zwar im Jahre 1889 in 12 Exemplaren. Analysen werden nicht mitgeteilt, es ist aber bekannt, daß die Wässer der dortigen Gegend zum mindesten erhebliche Härte aufweisen.

A. SCHULZ (1) bezeichnet in einer das Wipper- und Unstrutgebiet betreffenden Arbeit als halophile Phanerogamenarten solche, welche in Mitteldeutschland ausschließlich oder fast ausschließlich auf festem Boden oder im Wasser mit einem deutlichen Chlornatriumgehalte wachsen. Zu denjenigen Pflanzen, welche in Mitteldeutschland nur eine Vorliebe für chlornatriumhaltigen Boden oder chlornatriumhaltiges Wasser zeigen, aber auch an zahlreichen Stellen ohne (wenigstens ohne deutlichen) Chlornatriumgehalt wachsen (also nicht eigentlich Halophile sind), rechnen nach Genanntem:

Hordeum secalinum	*Trifolium fragiferum*
Scirpus maritimus	*Samolus Valerandi.*
„ *Tabernaemontani*	Letztere fast halophil.

Nach den Befunden bei Borxleben muß die vorstehende Definition selbst für mitteldeutsche Verhältnisse, wo die Rolle der Chloride in den meisten Fällen ohne Frage sehr wichtig ist, auch auf Sulfate ausgedehnt werden.

C. A. WEBER (1) bemerkt über den Standort von *Triglochin maritima*, daß diese Pflanze auf den Flußtalwiesen an der Oder auftrete, wo weit und breit keine Salzquellen zu finden sind Nähere Ortsangaben werden nicht gemacht.

Hierzu ist zu bemerken, daß in diesen Fällen wahrscheinlich eingedunstetes Oderwasser die Existenzbedingungen für den Meerstrandsdreizack geboten hat, wenn nicht sonst besondere Standortseigentümlichkeiten vorlagen. Das Wasser der Oder enthält, beispielsweise bei Breslau, im Maximum gegen 100 mg/l Cl und eine Gesamthärte von etwa 10 deutschen Graden. Eindunstende Tümpel am Oderufer, welche halophilen und ihnen nahestehenden Pflanzen einen geeigneten Standort bereiten könnten, sah ich in größerer Menge am Rande des Oderwaldes bei Neusalz.

In calciumsulfatharten Wässern und in Böden, die mit solchen getränkt sind, wird man, selbst wenn der Sättigungsgrad

erreicht ist, die strengen Halophyten nicht erwarten dürfen, da die Konzentration des Mediums sich hier infolge von Ausfällungen innerhalb derjenigen Grenzen zu halten pflegt, wie man sie von den künstlichen mineralischen Nährlösungen für höhere Pflanzen kennt (vgl. S. 524).

Salicornia herbacea, Suaeda maritima, Obione pedunculata und ähnliche werden deshalb an den geschilderten Standorten bei Borxleben nicht wachsen können. Sie zeigen als nicht untergetaucht lebende Pflanzen xerophytische Merkmale und lassen dadurch erkennen, daß sie an physiologisch trockenen Standort, der auf den Turgor und in Verbindung damit auf Wasserdampfabgabe und Wasseraufnahme wirkt, angepaßt sind; Wachstum in starken Salzlösungen erweist sich für sie als gleichbedeutend mit verminderter Wasserzufuhr.

Ähnlich wie die strengen Halophyten verlangen die meisten Leuchtbakterien [vgl. MOLISCH (1)] eine Konzentration des Mediums von mehreren Prozenten, wobei ähnlich wie bei den Halophyten die Natur der Salze innerhalb gewisser Grenzen keine Rolle spielt, da Kochsalz bei den Photobakterien ersetzt werden kann durch

Kaliumchlorid (KCl)	Kaliumnitrat (KNO_3)
Magnesiumchlorid ($MgCl_2$)	Jodkalium (KJ)
Calciumchlorid ($CaCl_2$)	Kaliumsulfat (K_2SO_4)

Anders als für die Halophyten-Formation liegen die Verhältnisse für die Standorte der meisten Halophilen. Hier spielt der Einfluß auf den Turgor keine ausschlaggebende Rolle, was schon daraus hervorgeht, daß die zweite Spezies des Dreizacks, die meistens sumpfige Wiesen bewohnende *Triglochin palustris* sowohl am Frauensee wie an den Mergelgruben neben anderen normalen Wiesengewächsen vorkommt.

Die Keimung der Samen von *Triglochin maritima* erfolgt in gleicher Weise bei Begießen mit KNOPscher Nährlösung (S. 524), SACHSscher Nährlösung oder destilliertem Wasser. In allen drei Fällen keimen die Samen innerhalb etwa einer Woche ausgiebig in mit Fließpapier ausgelegten Petrischälchen. Plasmaströmungen (z. B. bei *Elodea*) werden durch diese Lösungen ebensowenig wie durch konzentriertes Gipswasser gehemmt.

Bei Vorliebe für geringe Salzkonzentrationen liegt offenbar ein direkt auf das Protoplasma ausgeübter Gewöhnungsreiz ohne Auslösung einer besonderen Kette von Erscheinungen vor, an den sich die einen Pflanzen mehr oder weniger obligatorisch angepaßt haben und infolgedessen auch bestandbildend auftreten können, während er für die anderen indifferent ist.

Salzgehalt mineralischer Nährlösungen.

	Salzgehalt insgesamt ‰	Salzgehalt im einzelnen mg/l									mg/l						deutsche Grade	
		Calciumsulfat $CaSO_4\,2H_2O$	Calciumnitrat $Ca(NO_3)_2$	Tricalcium-phosphat $Ca_3(PO_4)_2$	Monokalium-phosphat KH_2PO_4	Kaliumnitrat KNO_3	Natriumchlorid NaCl	Kaliumchlorid KCl	Magnesiumsulfat $MgSO_4H_2O$	Eisenchlorid $FeCl_3$	Chlor Cl	Schwefelsäure SO_3	Chlor + Schwefelsäure angegeben als Cl	Kalk CaO	Magnesia MgO	Kali K_2O	Gesamthärte	Bleibende Härte
KNOPsche Nährlösung	1,62	—	1000	—	250	—	—	120	250	einige Tropfen	57,1	81,2	129,0	341,7	40,9	250,8	39,9	39,9
SACHSsche Nährlösung	3	500	—	500	—	1000	500	—	500	einige Tropfen	303,3	395,0	653,2	253,2	81,8	935,6	36,7	36,1

Wir können deshalb die verschiedensten Abstufungen unter den Bewohnern ständig oder periodisch salzhaltiger Standorte (Bewohner aufgeschlossener Böden) feststellen, wie sie durch folgende Gruppeneinteilung näher gekennzeichnet werden können:

1. Pflanzen, welche auf schwach salzigen Böden (salzig im weiteren Sinne des Wortes gebraucht) übergehen, ohne sich spezifisch physiologisch oder morphologisch anzupassen. Bei höherer Konzentration nehmen manche von ihnen Zwergwuchs an, wahrscheinlich infolge teilweise gehemmter Stärkebildung und verlangsamter Kohlenstoffassimilation (beginnende Giftwirkung).
2. Pflanzen, welche durch schwache Salzgaben in ihrem Stoffwechsel wenigstens zeitweise angeregt werden, ohne sonst merklich salzliebend zu sein (Pseudonährstoffe).
3. Pflanzen, welche auf schwach salzhaltigem Substrat spezifische Änderungen ihres Baues zeigen (z. B. durch Fleischigwerden der in die Luft ragenden Blätter), ohne obligat salzliebend zu sein.
4. Pflanzen, welche sich an genanntes Substrat ohne merkliche Formänderung (im Vergleich mit Verwandten von normalen Böden) anpassen und obligat salzliebend sind. Ihre Bestände pflegten in ökologischer Beziehung vor allem in Konkurrenz mit anderen Salzpflanzen in spezifischen Salzgegenden besonders typisch und oft auch monoton sein.
5. Pflanzen der Gruppe 1., welche auf mittelsalzige Böden übergehen.
6. Pflanzen, welche nicht eigentlich Salzpflanzen sind, aber größere Bestände mit Vorliebe auf schwach- oder mittelsalzigem Substrat bilden.
7. Pflanzen, welche obligat auf mittelsalzigem Substrat wachsen, sich aber morphologisch nur wenig auffällig anpassen.
8. Pflanzen unter gleichen Standortsverhältnissen, welche morphologisch aber deutlich beeinflußt sind.
9. Pflanzen, welche in stark salzigem Medium geringe morphologische Anpassungen aufweisen und für diese Region typisch zu sein pflegen.
10. Pflanzen, welche im Freien obligat in stark salzigem Medium leben und in ihren in die Luft ragenden Teilen typisch xerophytische, äußere (ev. auch innere) Merkmale zeigen.

Literatur.

BERNATSKY, EUGEN. (1), Über die Halophytenvegetation des Sodabodens im ungarischen Tieflande. Ann. historico-naturales musei nationalis hungarici. Budapest 1905, vol. III, p. 121—214.

BREAZEALE, J. F., Effect of sodium salts in water cultures on the absorption of plant food by wheat seedlings. Journ. of Agricultural Research. Washington, 1916, Bd 7, S. 407—416.

HARRIS, F. S., Effect of alkali salts in soils on the germination and growth of crops. Journ. of Agricultural Research. Washington, 1915, Bd. 5, S. 1—53

KERNER, A. (1), Das Pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck, 1863.

KIRCHNER, LOEW u. SCHROETER, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart, 1908, Bd. I, Abt. 1.

LAUS, HEINRICH, Die Halophytenvegetation des südlichen Mährens und ihre Beziehungen zur Flora der Nachbargebiete. Mitt. d. Komm. z. naturw. Durchforschung Mährens. Bot. Abt. Nr. 3, Brünn, 1907.

LUTZE, G (1), Flora von Nord-Thüringen. Sondershausen, 1892, S. 110.

MOLISCH, H. (1), Leuchtende Pflanzen. 2. Aufl., Jena, 1912

PETRY, ARTH. (1), Die Vegetationsverhältnisse des Kyffhäuser Gebirges. Halle, 1889.

RICHTER, A., Über die Anpassung der Süßwasseralgen an Kochsalzlösungen. Flora, 1892, Neue Reihe Bd. 50, S. 4, Ganze Reihe Bd. 75

SCHULZ, A. (1), Über die Ansiedlung und Verbreitung halophiler Phanerogamenarten in den Niederungen zwischen Bendeleben und Nebra. Mitt. d. Thüring. Bot. Ver., Neue Folge, Heft 31, 1914, S. 11.

THUMM, GROSS u. KOLKWITZ (1), Zur Frage der Beseitigung der Kaliabwässer. Mitt. a. d. Kgl. Landesanst. f. Wasserhyg. 1917, Heft 23, S. 209.

WARMING u. GRAEBNER, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 3. Aufl., Berlin, Gebr. Borntraeger, 1917.

WEBER, C. A. (1), Gutachten über Wiesen und Weiden der Unstrutniederung zwischen Artern und Memleben. Bremen 1911.

50. H. Harms: Ueber abnorme Blüten bei Nyssa sylvatica Marsh.

(Mit 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 29. Juni 1917.)

Die Blüten der Gattung *Nyssa* L.[1]) werden meist als polygam-dioecisch bezeichnet (z. B. CHAPMAN, Fl. South. U. St. (1872) 168; J. K. SMALL, Fl. Southeast. U. S. (1903) 852; CH. SPR. SARGENT, Manual of the trees of N. Amer. (1905) 707). Nähere Angaben über die Verteilung der Geschlechter auf verschiedene Bäume oder an demselben Baum vermißt man im allgemeinen. Gewöhnlich wird zwischen sterilen Blüten oder Staubblatt-Blüten (staminate flowers) und fertilen Blüten (pistillate fl.) unterschieden. POIRET (in Lamarck, Enc. méth. IV. (1797) 506 bis 507) und MICHAUX (Fl. bor. amer. II. (1803) 258) unterscheiden männliche und hermaphrodite Blüten (die männlichen haben nach MICHAUX 10 Staubblätter, die hermaphroditen deren 5).

BAILLON (Hist. pl. VI. (1877) 267) beschreibt männliche, zwitterige und weibliche Blüten, welch letztere sich von den Zwitterblüten durch Fehlen der Staubblätter oder geringere Zahl und Unfruchtbarkeit derselben unterscheiden; neben einer männlichen Blüte mit 5 Blumenblättern und 10 Staubblättern bildet er eine zwitterige Blüte ab, letztere ebenfalls mit 5 Blumenblättern und 10 Staubblättern an langen Fäden (für *Nyssa biflora*: a. a. O. 268 Fig. 242—244). SARGENT (l. c. 707) gibt in der Gattungs-Diagnose für die „pistillate fl." an: „stamens 5—10, filaments short, anthers fertile or sterile"; S. 708 bei *N. silvatica* Marsh.: „stamens

1) Die Gattung wurde sonst zu den Cornaceae gerechnet (H. HARMS in ENGL.-PRANTL, Nat. Pflanzenfam. III. 8. 257). Bereits in älterer Zeit bildete sie eine eigene Familie, und neuerdings ist man zu dieser Auffassung zurückgekehrt, und hat sie, H. BAILLON folgend, in die Reihe der Myrtiflorae neben die Combretaceae oder Rhizophoraceae stellen wollen (W. WANGERIN in Pflanzenreich Heft 41, 1910). Eine eigene Familie kann man mit einiger Berechtigung aus *Nyssa* bilden; aber sie gehört meiner Ansicht nach neben die Cornaceae, die ich als die Vereinigung einer Reihe stark reduzierter Typen von wahrscheinlich sehr verschiedenem Ursprung auffasse. — *Nyssa* hat 7—8 Arten, davon 4—5 im atlantischen und südlichen Nordamerika, 1 in Central-China, 1 im Monsungebiet (Himalaya, Malayischer Archipel), 1 zweifelhafte in Neu-Guinea.

exserted in the staminate fl., shorter than the petals in the pistillate fl."; S. 711 bei *N. aquatica* Marsh.: „stamens included with small mostly fertile anthers". Danach haben die weiblichen Blüten allerdings oft Staubblätter, aber gewöhnlich solche mit kurzen Staubfäden und kleinen fruchtbaren oder unfruchtbaren Antheren. Vgl. auch *TORREY, Fl. New York II. (1843) 161 t. 95; EMERSON,* Report on the trees a. shrubs grow. nat. forests of Massachusetts (1846) 313; ROBINSON and FERNALD, Gray's New Manual 7. ed. (1908) 625; BRITTON and BROWN, Illustr. Fl. North. U. St. II. (1897) 546; C. K. SCHNEIDER, Illustr. Handb. Laubholzk. II (1909). 456. — Ich selbst habe (a. a. O. III. 8. S. 257) die Blüten als polygam-dioecisch bezeichnet und neben ♂ Blüten ♀ und ⚥ (wahrscheinlich meist oder immer pseudohermaphrodite) Blüten unterschieden. Ebenda S. 258 Fig. 78 D. u. E. ist eine pseudohermaphrodite weibliche Blüte von *N. ogeche* Marsh. mit 5 Petalen und 5 winzigen Staubblättern auf sehr kurzen Fäden abgebildet (nach SARGENT).

W. WANGERIN (a. a. O. S. 4) beschreibt die rein weiblichen Blüten von *N. sylvatica*, mit abortiertem Androecealkreis, und fährt S. 5 fort: „Von den Abweichungen von diesem normalen Aufbau der weiblichen Blüte sei zunächst das Vorkommen hermaphroditer oder richtiger pseudohermaphroditer Blüten[1]) an Stelle der rein weiblichen erwähnt. Es ist in diesem Falle, der mir selbst bei *N. ogeche* Marsh. und *N. sylvatica* Marsh. bekannt geworden ist, das Androeceum nicht völlig abortiert, sondern am Rande des Receptaculums, in gleicher Zahl wie die Blumenblätter und mit denselben alternierend, sind noch Staubgefäße inseriert, die auf kurzen Filamenten kleine Antheren tragen, welche wahrscheinlich stets oder doch in den allermeisten Fällen keinen normalen Pollen mehr zu erzeugen im stande sind."

Weder die Angaben der Autoren noch das Herbarmaterial lassen einen Schluß darauf zu, daß etwa an demselben Baume männliche, zwitterige und weibliche Blüten zusammen vorkommen. Vielmehr spricht alles dafür, daß eine Trennung in Bäume mit männlichen und solche mit zwitterigen und zugleich weiblichen Blüten stattfindet. Bei den von mir beobachteten weiblichen Blüten des Herbars von *N. sylvatica*, die außer einem deutlich entwickelten Ovarium noch Staubblätter haben, sind letztere kleiner als die nor-

1) BAILLON (Adansonia V. (1864—65) 198) spricht auch von pseudohermaphroditen Blüten bei *N. villosa*; die Staubblätter der Blüten mit wohl ausgebildetem Fruchtknoten sind unvollkommen entwickelt und haben nur rudimentäre Pollenkörner.

malen Staubblätter und haben vor allem viel kürzere Staubfäden und sind meist nur in geringer Zahl (etwa 5) vorhanden. Solche Blüten wurden wohl meist von den früheren Autoren als zwitterige angesehen; echt hormaphrodite Blüten dürften aber nur die verhältnismäßig sehr selten vorkommenden sein, die eine größere Zahl von Staubblättern (etwa 10) mit vollentwickelten Antheren auf langen Staubfäden haben. Sehr wahrscheinlich finden sie sich nur zerstreut an Bäumen, die rein weibliche oder weibliche Blüten mit verkümmertem Androeceum haben.

Die erste genauere Angabe über Geschlechterverteilung findet man bei FR. A. JUL. VON WANGENHEIM (Beitrag zur teutschen holzgerecht. Forstwissenschaft, die Anpflzg. nordamer. Holzarten betreff. 1787), der bei *N. multiflora* (= *N. sylvatica*) sagt (S. 46): „Diese Art des Tupelo ist an unterschiedenen Bäumen entweder ganz männlichen oder ganz Zwittergeschlechts", und ebenso bei *N. uniflora* (= *N. ogeche* Marsh.) (S. 83): „Dieser Tupelo ist an unterschiedenen Bäumen ganz männlichen und ganz Zwittergeschlechts." (Tupelo ist der einheimische Name für die Arten.) Dieses Verhalten wäre als Androdioecie zu bezeichnen. — Ganz anders spricht sich K. KOCH (Dendrologie (1872) 456) aus, der von *N. capitata* Walter sagt: „Während bei den drei anderen Arten beiderlei Blüten meist auf demselben Individuum vorkommen, ist es bei *N. capitata* nicht der Fall; beiderlei Bäume besitzen sogar ein anderes Aussehen, als wenn sie zwei verschiedene Arten darstellten. Während der männliche Baum eine Gestalt ähnlich der der italienischen Pappel besitzt, hat der weibliche Baum eine breite Krone." Danach müßten die meisten nordamerikanischen Arten monoecisch sein! Sehr wahrscheinlich entnahm KOCH seine Bemerkung aus A. MICHAUX, Histoire des arbres forest. Amér. sept. II. (1812) 258, wo es (in Übersetzung) bei *N. capitata* heißt: Die Blüten ähneln sehr denen von *N. grandidentata*[1]); sie unterscheiden sich nur darin, daß die männlichen und die weiblichen Blüten bei dieser Art stets auf verschiedene Stöcke verteilt sind; was jedoch bei *N. capitata* sehr bemerkenswert ist und was ich bei keinem Baum Nordamerikas sonst beobachtet habe, ist, daß die männlichen Individuen ein so abweichendes Anssehen gegenüber den weiblichen haben, daß man sie beim ersten Anblick erkennen kann, selbst wenn sie im Winter der Blätter beraubt sind. Diese Verschiedenheit besteht darin, daß bei den ersteren die Zweige dem Stamme mehr genähert sind, daß sie in mehr vertikaler Richtung auf-

1) Gehört zu *N. uniflora* Walt. (vgl. WANGERIN, a. a. O. 12).

schießen, endlich daß sie einen schnelleren Zuwachs nehmen als die weiblichen Individuen, deren Zweige sich mehr horizontal ausbreiten und die eine breitere und mehr gerundete Krone bilden." Dieses ist übrigens meines Wissens der einzige Hinweis auf Monoecie; alle andern Angaben sprechen von Dioecie, es muß also da ein Irrtum vorliegen.

Genauere Angaben über Bäume, die in Europa geblüht haben, konnte ich nicht ermitteln; die kleinen grünlichen unscheinbaren Blüten mögen oft übersehen worden sein. *N. sylvatica* Marsh. wird bei uns in Mitteleuropa bisweilen, jedoch ziemlich selten in Parks und Bot. Gärten kultiviert; sie bedarf eines ziemlich feuchten Klimas und vor allem feuchten Bodens, so daß sie im atlantischen Teil Europas besser gedeihen dürfte als im mehr kontinentalen In England[1]) scheint sie gut zu wachsen (nach Gard. Chron. XXIV. (1898) 382), wo sie bei London seit nahezu 150 Jahren in Kultur sein soll. Im Garten von Trianon bei Versailles, wo schöne Exemplare vorhanden sind (nach BAILLON, Dict. bot. (1891) 440; vgl. JAUBERT, Inventaire des cult. de Trianon (1876) 22) soll *N. villosa* (= *sylvatica*) jedes Jahr fruchten (Le Bon Jardinier (1851) 615); im Klima von Paris sollen die Arten im allgemeinen schwer aufzubringen sein, da sie wasserreichen Boden und mehr Wärme verlangen. Im Südwesten Frankreichs (Nähe von Bordeaux) gedeihen sie besser (Parks von Geneste und Catros); von dort werden reichlich fruchtende Exemplare von 12—14 m Höhe erwähnt (Bull. Soc. bot. France (1910) 152).

Nach den Schilderungen derjenigen, die *N. sylvatica* in der Heimat gesehen haben, ist es ein herrlicher Baum mit schön gestalteter dichter pyramidaler Krone und mit glänzend grünem Laube, das im Herbst ein tiefes Rot, Rotbraun oder Purpur annimmt. Das Aussehen ist dem der Buchen sehr ähnlich, da die unteren dünnen Äste fast horizontal vom Stamme abstehen und dann die anderen folgenden Astlagen erst in spitzeren Winkeln aufwärts streben (nach ROB. DEMCKER in Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. Nr. 17 (1908) 170). BEISSNER (in Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. (1903) 20) berichtet über ein Prachtexemplar der *N. aquatica* (es ist wohl *sylvatica* gemeint) auf der Besitzung des Grafen PRASCHMA bei

1) Hierüber heist es in DU ROI, Harbkesche Wilde Baumzucht I. (1771 447: Nach MILLER bleiben sie in England gegen die Kälte beständig empfindlich, und da sie unseren Himmelsstrich noch weniger vertragen werden, so wird man es kaum wagen dürfen, sie im Freien auszusetzen, wenn man ihnen nicht einen beschützten Platz anzuweisen im stande ist und sie den Winter über bedeckt hält.

Falkenberg (Oberschlesien), von 20 m Höhe, 12 m Kronendurchmesser und 1,65 m Umfang; dort werden auch noch andere Exemplare ans Deutschland genannt.

TH. HOLM (*Nyssa sylvatica*; Amer. Midland Naturalist I. Nr. 5 (1909) 128—136, pl. IX u. X) hat die Keimung und die Keimpflanzen der Art und die Anatomie des Stengels und der Blätter behandelt; er wies nach, daß die Blätter junger Exemplare der Art oft gezähnt sind wie die von *N. aquatica* Marsh. (= *N. uniflora* Walter), die gewöhnlich entfernt und unregelmäßig kantig gezähnt sind.

Anfang Juni d. J. beobachtete ich Blüten an den beiden größten Bäumchen von *N. sylvatica* Marsh.[1]) in unserm Bot. Garten Berlin-Dahlem, von denen das größere ältere reicher verzweigte etwa 5 m hohe in der systematischen Abteilung, das etwas jüngere lockerästige 4—5 m hohe im Arboretum steht. Das erstgenannte ist rein weiblich; die weiblichen Blüten stehen an ihm meist zu zweien auf gemeinsamem Stiel, seltener einzeln, sie sind durchaus normal, Staubblätter sah ich an ihnen sehr selten und dann in geringer Zahl (1—2). Ganz anders sehen die Blüten des Exemplars des Arboretum aus (vgl. die Abbildung). Das Vorhandensein von Staubblättern läßt zunächst auf rein männliche Blüten schließen, nähere Prüfung ergab jedoch, daß es sich um eine eigentümliche

1) Zur Vermeidung von Verwechselungen sollte man den Namen *N. aquatica* L. ganz fallen lassen, da er zwei Arten umfaßt. Die Autoren wenden den Namen *aquatica* L. bald auf *sylvatica* Marsh (z. B. COULTER and EVANS in Bot. Gazette XV. (1890) 91), bald auf *N. biflora* Walter (z. B. C. KOCH, Dendrol. II. 455; CHAPMAN, Fl. South. Un. St. 168), bald auf *N. uniflora* Walt. an (z. B. BRITTON and BROWN, Illustr. Fl. 547); übrigens wird *N. biflora* von WANGERIN als Varietät zu *N. sylvatica* gerechnet (*N. sylvatica* var. *biflora* (Walt.) Sargent). LINNÉ (Spec. pl. ed. 1. (1753) 1058) zitiert zwei Abbildungen zu seiner *N. aquatica*: 1. Arbor in aqua nascens, foliis latis acuminatis et dentatis, fructu Eleagni majore Catesby (Nat. Hist. Carolina I. (1731) 60 t. 60) ist *N. uniflora* Walt. (= *N. denticulata* Aiton, Hort. Kew. III. (1789) 446; soll schon 1735 von PETER COLLINSON eingeführt sein); 2. Arbor in aqua nascens, foliis latis acuminatis et non dentatis, fructu Eleagni minore Catesby (l. c. 41 t. 41) ist *N. sylvatica* Marsh. (= *N. integrifolia* Aiton, l. c. 446; soll 1750 von Archibald Duke of Argyle kultiviert worden sein) oder vielleicht eher deren Varietät *biflora*. Die dritte von L. angegebene Abbildung (Cynoxylum americanum, folio crassiusculo molli et tenaci Plukenet, Almagest. Bot. (1696 et 1769) 127 t. 172 fig. 6) ist wohl keine *Nyssa*-Art. — GRONOVIUS (Fl. Virg. I. (1739) 121) hatte die beiden Arten viel schärfer unterschieden: *Nyssa pedunculis multifloris* (dazu Catesby, t. 41) ist *N. sylvatica*; *N. pedunculis unifloris* (Catesby, t. 60) ist *N. uniflora*. LINNÉ nennt beide unter *aquatica*, setzt aber bei letzterem Namen am Rande das Zeichen ♀, und hat diese wohl für die weibliche Form der *aquatica* gehalten.

Mittelform handelt, die nähere Beschreibung verdient, zumal ich entsprechende Formen weder an dem mir zugänglichen Herbarmaterial sah noch in der Literatur erwähnt fand. Die normalen männlichen Blüten sind deutlich gestielt (Stiele meist etwas behaart) und stehen in gestielten Dolden oder Doldentrauben und haben keinen Fruchtknoten, während die vorliegenden schein-weiblichen Blüten einen sitzenden kahlen nur am Grunde etwas von Haaren

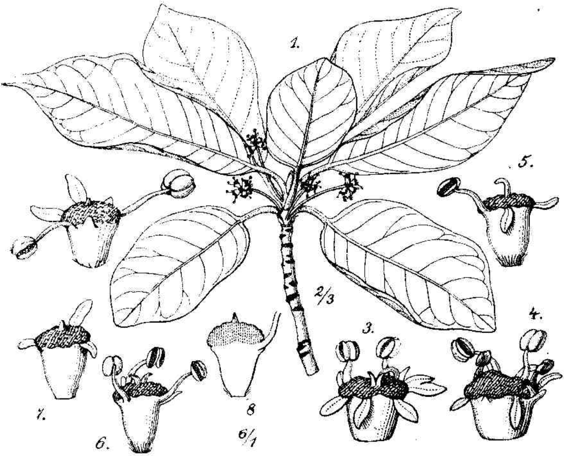


Abb. 1. *Nyssa sylvatica* Marsh. 1 Zweig mit abnormen Blütenköpfchen. 2, 5, 6, 7 verschiedene Blüten aus verschiedenen Köpfchen. 3, 4 Verschmelzungsprodukte von 2 Blüten. 8 abnorme Blüte im Längsschnitt.

umgebenen Fruchtknoten haben, der aber in diesem Falle meist weder eine Höhlung noch eine Samenanlage besitzt, also unfruchtbar ist (Fig. 8). An den eine verschiedene Zahl von Laubblättern (meist etwa 4—7) entwickelnden kurzen Seitenzweiglein der langen Äste[1]) *finden wir in der Achsel der unteren Blätter,* bisweilen auch

1) Am Ende der Äste haben wir gewöhnlich längere junge Triebe mit längeren Internodien und einer größeren Zahl von Laubblättern (7—11).

in der Achsel eines der abgefallenen den Laubblättern vorangehenden schuppenförmigen Niederblätter je einen 1—2,5 cm langen oder etwas längeren behaarten Stiel, der an der Spitze ein Köpfchen von 3—9 Blüten trägt, deren jede am Grunde meist eine winzige Braktee zeigt, wenigstens trifft das für die äußeren Blüten zu. Die Köpfchen sind von feinen dünnen spinnwebeartigen Haaren überzogen, die wohl von den Blättern herrühren. Jedes Seitenzweiglein trägt 1, 2 oder 3—4 solcher von den Blättern überragten Köpfchen. Der sitzende grünliche sterile Fruchtknoten ist von etwa verkehrt-kegelförmiger Gestalt, nicht so dick eiförmig wie in der normalen weiblichen Blüte, etwa 2—2,5 mm lang oder kürzer. Es ist oft schwer, einen deutlich abgesetzten Kelchsaum zu erkennen; nur eine gewellte Linie ist oft da, die sehr selten in breitere Läppchen sich gliedert. Dagegen bemerkt man am Rande des Fruchtknotens eine wechselnde Zahl kleiner schmaler länglicher oder breiter kurzer eiförmiger kahler Zipfel von gelblichgrüner Farbe; das sind die Blumenblätter. Ein deutlicher Gegensatz zwischen Kelchsaum und Petalen fehlt; man weiß oft nicht, ob man ein bestimmtes Zipfelchen, besonders wenn es ganz kurz und breit ist, als Ausgliederung des Kelchsaumes oder als Blumenblatt auffassen soll. Solcher leicht abfälliger Blumenblätter hat die abnorme Blüte oft nur 2—3, seltener 4—5, meist von ungleicher Größe; auch teilweise Verschmelzungen benachbarter Petalen kommen vor, besonders in den Verwachsungsprodukten aus 2 oder 3 Blüten (Abb., 3). Dann folgt eine verschiedene Zahl von Staubblättern, die mit den Petalen abwechseln oder vor ihnen stehen. Selten findet man 5 Staubblätter auf langen Fäden, die etwa den Staubblättern der männlichen Blüten ähneln (dann sind sie 3—3,5 mm lang). Meist haben wir nur 1, 2 oder 3 Staubblätter (Abb., 2, 5, 6), die nicht immer normale dünne ziemlich lange, sondern oft nur ganz kurze eigentümlich verbreiterte nicht einmal am Rande des Griffelpolsters, sondern mehr auf ihm entspringende oder ihm eingewachsene Staubfäden zeigen (Abb., 4). Die Antheren dürften meist normal sein, jedenfalls enthalten sie Pollen; jüngere Zustände habe ich leider nicht gesehen, als ich die Blüten fand, waren die Antheren meist schon verstäubt und hatten nur noch Spuren von Pollen. Es kommen auch Übergangsformen zwischen Staubblättern und Blumenblättern vor, indem eines der letzteren bisweilen auf der einen Seite eine verbildete Anthere trägt. Das konvexe graugrüne dunkler punktierte Griffelpolster hat in der Mitte meist einen ganz kurzen spitzen Griffelrest (Abb., 2, 5, 7), oder es treten zwei Spitzchen auf (Abb., 6). Nur selten ist dieser Griffelrest länger

(Abb., 5) und nähert sich dann der Form des normalen Griffels der weiblichen Blüte, der lang und schmal ist, spitz ausläuft und auf der einen Seite im oberen meist etwas nach außen gekrümmten Teile gefurcht ist. Solche dem normalen Griffel ähnliche kommen den bisweilen auftretenden Blüten zu, die der Staubblätter entbehren und eine mehr oder minder deutlich entwickelte doch kaum normale Samenanlage im Innern des Ovariums zeigen. Den rein weiblichen Blüten ähnliche findet man nämlich gelegentlich etwa in der Mitte des Köpfchens, oft ist nur eine solche vorhanden. Seltener kommen Blüten mit auffallend dünnem Fruchtknotenrudiment vor; das sind dann Übergangsformen zur rein männlichen Blüte. Übrigens trifft man kurz-gestielte männliche Blüten mit schwacher kreiselförmiger Anschwellung unterhalb des Perianthsaumes auch bisweilen am Herbarmaterial, wie sie TORREY, a. a. O. t. 95, fig. 1 u. 2, abbildet. Ein kurzes spitzes Griffelrudiment findet sich nicht selten in der Mitte des Diskus der männlichen Blüte[1]). — Sehr eigenartig sind die *im vorliegenden Falle nicht seltenen Verschmelzungen* von 2—3 Blüten zu einem breiteren Gebilde, das in der Mitte des länglichen Griffelpolsters meist 2 oder 3 Griffelreste und am Rande eine verschiedene Zahl von Staubblättern und Blumenblättern zeigt (Abb., 3, 4). Die Unregelmäßigkeit in der Ausbildung zeigt sich auch darin, daß eine Blüte bisweilen auf der einen Seite etwa 1—2 oder 3 Staubblätter, auf der andern 2 oder 3 Blumenblätter hat, also ganz unsymmetrisch ist.

Nach diesem Befunde handelt es sich bei den Blüten des Bäumchens um solche, die wohl der Anlage nach zwitterig sind, nach beiden Seiten hin schwanken, aber selten oder nie weder die normale männliche noch die normale weibliche oder zwitterige Ausbildung erreichen. Ihre Funktion kann meist nur eine männliche sein, denn Pollen erzeugen ihre allerdings meist nur in geringer Zahl vorhandenen Staubblätter; eine weibliche Funktion ist für gewöhnlich ausgeschlossen, da eine normal entwickelte Samenanlage meistens fehlt.

Was nun noch den näheren Vergleich dieser abnormen Blüten mit den normalen männlichen Blüten betrifft, so sei darauf hingewiesen, daß bereits BAILLON (Adansonia V. (1864—5) 197) für die männlichen Blüten der *N. villosa* (= *sylvatica*) die Unbestimmtheit der Zahl der Blumenblätter (5, 6 oder mehr) und ihre un-

1) Auf dem sehr schematisch gehaltenen Bilde von *N. caroliniana* Poir. (= *sylvatica* var. *biflora*) in Lam. Encycl. t. 851, fig. 1, haben wir gestielte männliche Blüten mit 5 Petalen, 10 Staubblättern und 1 kurzem Griffelrest in der Mitte. 10 Staubblätter in der ♂ Blüte bei TORREY, l. c. t. 95, fig. 2.

gleiche Größe hervorhebt, sowie, daß sie sich bald berühren oder am Grunde vereinigen, bald von einander durch verschieden große Zwischenräume getrennt sind, ferner daß die Zahl der Staubblätter bald der der Blumenblätter gleichkommt, bald sie übertrifft und auf 15 oder mehr steigt[1]). Auch WANGERIN (a. a. O. 4) spricht für die männliche Blüte von *N. sylvatica* von einer gewissen Unbestimmtheit in der Zahl der Blumenblätter und Staubblätter; gerade bei dieser Art sind nach ihm die Zahlenverhältnisse im Diagramm der männlichen Blüte besonders schwankende. Die Zahl der Staubgefäße ist meist größer als die der Blumenblätter, neben alternipetalen kommen auch epipetale Staubgefäße vor, so daß auch hier wie bei anderen Arten ursprünglich Diplostemonie herrscht, doch wäre es bei dem Schwanken der Zahlenverhältnisse auch möglich, daß zwischen der Zahl der Staubgefäße und der der Petalen überhaupt kein konstantes Verhältnis herrscht. Betreffs der Blumenblätter sagt er noch (S. 4), daß sehr häufig sogar die Petalen einer und derselben Blüte ganz verschiedene Größe und Gestalt besitzen.

Die Hauptunterschiede gegenüber den rein männlichen Blüten sind etwa folgende: Blüten sitzend, nicht gestielt, mit meist sterilem Fruchtknoten, meist in etwas geringerer Zahl im Köpfchen als bei den normalen männlichen Köpfchen, wo die Zahl der Blüten 5—12 oder etwas mehr beträgt; Blumenblätter und Staubblätter in geringerer Zahl als in der normalen männlichen Blüte, oft unregelmäßig ausgebildet und unsymmetrisch gestellt, Staubfäden oft sehr kurz, seltener länger.

Die Prüfung der weiblichen Blüten des oben genannten Exemplars, das übrigens in der Blattform und Verzweigung durchaus dem abnormblütigen ähnelt, zeigte, daß die Blüten meist paarweise, seltener einzeln am Ende des nach oben etwas verdickten Köpfchenstiels[2]) sitzen. Danach sollte man meinen, es handele sich um die Varietät *biflora*; indessen möchte ich das Bäumchen doch nicht dazu stellen, da die Blattform mehr für die Art selbst spricht, indem die Blätter meist kurz zugespitzt sind. Übrigens muß es den amerikanischen Floristen überlassen bleiben, zu entscheiden, ob die Abtrennung dieser Varietät oder ihre Erhebung zur Art überhaupt Berechtigung hat; SARGENT hat *N. biflora* Walt.

---

1) KOEHNE (Dendrol. (1893) 439 Fig. 65: *N. biflora*); abgebildet eine gestielte männliche Blüte mit 7 ungleichen breiten stumpfen Perianthzipfeln u. 14 Staubblättern.

2) Die Stiele der weibl. Köpfchen sind meist etwas dicker als die der männlich. Trauben; TORREY, l. c. 162.

früher als Varietät aufgefaßt, später jedoch als Art. Unsere Bäumchen haben ganz dieselbe Form der Blätter, wie sie die Tafel 95 in TORREYs Fl. New York zeigt (als *N. multiflora*). Die sitzenden Blüten haben am Grunde ein winziges etwas behaartes breites eiförmiges Tragblatt und meist zwei noch kleinere Vorblätter; der kahle Fruchtknoten ist dick eiförmig. Man findet einen meist in 4—5 breite gerundete sehr kurze Kelchzähne ausgehenden Kelchsaum und mit ihnen abwechselnd 4—5 längliche abstehende leicht abfällige gelblichgrüne Blumenblätter; bisweilen kommen Unregelmäßigkeiten im Perianth vor und Übergänge zwischen Kelchzähnen und Blumenblättern. Ein deutlicher Gegensatz zwischen beiden Perianthkreisen ist ja gerade bei dieser Art oft nicht vorhanden; daher haben die älteren Autoren oft die Blumenblätter als Kelchzipfel beschrieben. Das breite graugrüne Griffelpolster[1]) hat einen langen Griffel; der Fruchtknoten enthält eine Samenanlage. Nur ausnahmsweise beobachtete ich an diesen weiblichen Blüten 1 oder 2 Staubblätter mit kurzen Filamenten und kleinen Antheren. Die abnormen Blüten unterscheiden sich von den weiblichen etwa wie folgt: Sie haben einen meist sterilen Fruchtknoten ohne Höhlung und ohne Samenanlage, von kürzerer weniger angeschwollener Form; ihre Zahl im Köpfchen ist im allgemeinen größer; sie haben meist eine geringere Zahl von verschieden entwickelten Staubblättern; ein Griffel fehlt ihnen oder es ist nur ein kurzes Spitzchen ausgebildet.

Bei *Nyssa* sind zweifellos die Geschlechter weniger scharf getrennt, als etwa bei *Aucuba*, von der ich im vorigen Jahre Übergangsformen zwischen männlichen und weiblichen Blüten beschrieben habe (Bericht. Deutsch. Bot. Ges. XXXIV. (1916) 346). In beiden Fällen liegen geschlechtliche Zwischenstufen vor, die gänzlich oder nur teilweise ihre Wirkungsfähigkeit eingebüßt haben. Bei *Aucuba japonica* schließt das verbildete Ovarium der scheinbar männlichen Blüten eine weibliche Funktion aus, und eine männliche ist meist nicht möglich, da Staubblätter nur sehr selten auftreten. Die scheinbar weiblichen oder scheinbar zwitterigen Blüten der *Nyssa sylvatica* können vermöge der pollenerzeugenden Antheren noch als männliche wirken, während ihr Fruchtknoten meist völlig unfruchtbar geworden ist.

Herrn J. POHL danke ich für die Anfertigung der Abbildung.

1) Bei *N. ogeche* Marsh. sollen die Blüten reich an Nektar sein und viel von Bienen besucht werden (nach SARGENT, a. a. O. 911).

Sitzung vom 27. Juli 1917.

Vorsitzender: Herr O. REINHARDT.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen Frl.

Herrmann, Dr., **Alice** in **Wien** VII, Lindengasse 15, III/9 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER) und Frl.

Joachimowitz, Marianne, mag. pharm., Demonstrator am pharmakognostischen Institut der Universität in **Wien** XVI, Ottakringerstr. 129 (durch H. MOLISCH und O. RICHTER).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Kylin, Dr. **H.** in **Upsala** und

Fischer, Dr., **Hermann** in **München.**

Mitteilungen.

51. Otto Baumgärtel: Konidiosporenbildung bei Microchaete calothrichoides Hg.

(Mit 3 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 9. Juli 1917.)

Während dieses Frühjahres stellte ich Kulturversuche mit *Scytonema Hoffmanni* Ag. in Erdaufgüssen an, die so hergestellt wurden, daß in Gläsern eine Humusschichte mit Sand bedeckt ward, worauf Leitungswasser eingefüllt wurde. Infolge zu starker Insolation degenerierten mehrere Kulturen. Um zu versuchen, ob bei gemäßigterer Beleuchtung die ausgebleichten Watten normale Filamente entwickeln würden, stellte ich eines dieser Kulturgläser in ein nordwärts gerichtetes Fenster und besichtigte von Zeit zu Zeit seinen Inhalt. Die bleichen Watten verkamen mehr und mehr und wurden von spangrünen *Oscillatoria*flocken besiedelt. Zugleich trübte sich die bis dahin klare Oberfläche des Wassers und begann

sich mit einer blaugrünen, schleimigen Haut zu überziehen, auf welcher alsdann bleichbraune Fäserchen sichtbar wurden, so daß die Oberfläche wie bestäubt erschien. Diese Erscheinung veranlaßte mich, eine mikroskopische Untersuchung der Schleimhaut und ihres Belages vorzunehmen; dabei ergab sich folgender Befund:

Neben verstreuten *Oscillatoria*- und *Nostoc*-Fäden bestand die Probe aus einem Gewirr von Filamenten, die bei verschiedenen Entwicklungsstadien mit zunehmender Bescheidung eine endliche Breite von 11 μ erreichten. Die Zellen mit blaugrünem, homogenem oder gekörneltem Inhalte waren durchschnittlich 6 μ breit und $^1/_2$—$1^1/_3$mal so lang und bildeten mäßig lange, nach der Spitze zu nicht verjüngte, sondern stumpf endigende Fäden mit deutlichen Einschnürungen an den Querwänden, an deren Basis eine meist kugelige Grenzzelle von 9 μ Durchmesser ansaß (Abb. 1).

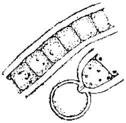


Abb. 1.

Hormogonien- und Gonidienbildung durch apikale Fragmentation reichlich. Dauerzellen in typischer Ausbildung fehlten; es fanden sich nur 9 μ breite und 15 μ lange, zylindrische Zellen, welche sich nur durch ihre Dimensionen, aber weder durch Farbe noch durch Inhalt oder Membranbeschaffenheit von den übrigen vegetativen unterschieden und im basalen Fadenteile auftraten.

Wie die mikroskopische Untersuchung weiter lehrte, waren die erwähnten kurzen, bräunlichen Fäserchen wirre Büschel von Filamenten, die von der Haut in die Luft ragten. Bei vorsichtiger Isolierung von der Unterlage wies die Probe Fäden auf, die samt ihrer hyalinen Scheide 11 μ Breite besaßen. Die Zellen selbst waren mit Reservestoffen in farblosen, großkörnigen Aggregaten so vollgepfropft, daß die einfache, gelblich gefärbte Membran von 1 μ Dicke infolge der Verwölbungen, die sie erfuhr, warzige Skulptur vortäuschte. Die Einschnürungen an den Querwänden gingen hier so weit, daß die einzelnen Zellen in Kugelgestalt von

9 μ Durchmesser sich rosenkranzförmig reihten und endwärts über die Scheidenmündung hinaus sich fortsetzten. Hier wurde der Zusammenhang zwischen den Zellen immer lockerer, bis am Ende eine Abschnürung nach Art von Konidien eintrat (Abb. 2). Solche abgeschnürte Zellen waren dann reichlich in der Probe vorhanden.

Verfolgte ich den Verlauf dieser Filamente gegen die Basis zu, so konnte ich finden, daß alle Übergänge von den abgeschnürten, gelbhäutigen, grobkörnigen, blassen Zellen zu den normalen vegetativen der die Haut durchziehenden Fäden vorhanden waren. Diese erhoben sich stellenweise aus dem Lager in die Luft in Büscheln, deren Spitze die abgeschnürten Zellen verstreute. Neben der auffallenden Veränderung der Zellen zeigte auch die Scheide unter Herabsetzung ihrer Dicke größere Rigidität.

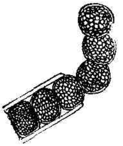


Abb. 2.

Anfangs war ich geneigt, die merkwürdige Veränderung der Zellen in den Luftfilamenten für eine Degenerationserscheinung infolge mangelnder Feuchtigkeit zu halten. Doch Kulturversuche, die ich mit abgeschnürten Zellen in der feuchten Kammer unternahm, belehrten mich eines Besseren. Schon nach einigen Stunden ergrünte der Inhalt unter allmählichem Verblassen der Membran. Im Verlaufe eines Tages konnte ich feststellen, daß der ergrünte Inhalt feinkörniger wurde und eine Scheidewand die Zelle in zwei Tochterzellen zu zerlegen begann (Abb. 3a). Nach einiger Zeit waren bereits junge Zellreihen verschiedener Länge vorhanden (Abb. 3b, c). Dabei hatte sich die eine der beiden ersten Tochterzellen nicht weiter geteilt, sondern unter Membranverdickung und allmählichem Inhaltsschwunde das Aussehen einer Grenzzelle angenommen, während sich die Abkömmlinge der anderen zu vegetativen Zellen ausbildeten, die zunächst einen jungen scheidenlosen Faden darstellten, welcher dann zur Ausbildung der Scheide gelangte (Abb. 3d).

Auf Grund dieser Ergebnisse glaube ich mit Recht die Abschnürung der mit Reservestoffen gefüllten, von einer gelblichen Membran *umhüllten Zellen als Sporenbildung betrachten zu dürfen*, welche ich nach Analogien bei den Pilzen als Konidiosporen bezeichnen möchte. Ihrer schnellen Keimung nach halte ich sie für Fortpflanzungszellen nach Art der Gonidien, welche die Aufgabe haben während der Vegetationszeit die Vermehrung zu besorgen. Dafür scheint mir auch die einfache, mäßig verdickte Membran zu sprechen, die bei der Keimung nicht gesprengt, sondern erweicht wird. Deshalb halte ich die beschriebenen Konidiosporen für Gonidien, die ihre Aufgabe aus dem Wasser in die Luft verlegt haben, was bei aerophilen Formen zur Notwendigkeit geworden war, wenn der Mangel des flüssigen Mediums zeitweise die Propagation bedrohte. Dann ist der Verbreitungsradius bei Ausnützung

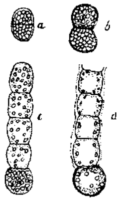


Abb. 3.

der Luftströmungen größer als innerhalb stagnierender Gewässer. In diesem Sinne bedeuten die Konidiosporen eine extreme Anpassungform von Propagationszellen.

Was die Zugehörigkeit der beschriebenen Blaualge anbelangt, so gehört sie in den Formenkreis von *Microchaete calothrichoides* Hansgirg (Beih. Bot. C. B. 18. II. 494). Während die Übereinstimmung mit der Originaldiagnose in allen Merkmalen befriedigte, muß ich auf einen auffallenden Unterschied hinweisen, der darin besteht, daß der Autor für die typische Form angibt, sie besitze doppelt so lange als breite Endzellen, was E. LEMMERMANN (Kryptogamenflora der Mark Brandenburg 1910, III/1, 199) bei der Artcharakteristik nicht erwähnt und ich nirgends festzustellen vermochte. HANSGIRG fand diese Art zwischen anderen Algen in Sümpfen bei Wien ohne besondere Fortpflanzungsverhältnisse bemerkt zu haben.

Bezüglich der Vermehrungseinrichtungen bemerkt HANSGIRG (Prodromus Algenfl. Böhmen 1892. II. 55) bei der allgemeinen Charakteristik der Gattung *Microchaete* Thur.: „Vermehrung erfolgt durch Hormogonien, durch Chroococcoideen-Gonidien (Vermehrungsakineten) und durch Dauerzellen (Sporen); diese letzteren Zellen entstehen aus den veget. Zellen des unteren Fadenteiles und können nach einem längeren Ruhestadium zu neuen *Microchaete*-Fäden anwachsen, während die Chroococcoideen-Gonidien sofort, kaum ausgesäet, wieder keimen."

O. KIRCHNER (ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenfam. 1. T. Abt. 1a, 75) bildet in seiner Fig. 56 H zwei Fäden von *Microchaete Goeppertiana* Kirchn. ab, die deutlich Gonidienbildung innerhalb der Scheide zeigen, indem apikal die Zellen sich abrunden und abschnüren.

Nach FRITSCH (LEMMERMANN, l. c. 19) vollzieht sich die Keimung der Gonidien von *Anabaena Azollae* Straßburger wie folgt: „Bei der Keimung platzt entweder die Membran und der Protoplast wird durch Schleimbildung herausgestoßen oder es verschleimt die Membran und der Protoplast behält seine ursprüngliche Lage im Faden bei."

Wir haben gesehen, daß die beschriebenen Konidiosporen unter Membranerweichung sich strecken und teilen.

Die Biologie der Dauerzellen von *Microchaete tenera* Thur hat in der Arbeit von BECK V. MANNAGETTA (Ö. B. Zt. 1898, 81 ff.) eine genaue Untersuchung erfahren, die sich besonders mit den Keimungsvorgängen befaßt. Auch bei der Keimung der Dauerzellen konnte genannter Verfasser „eine Einschnürung in der Mitte des Plasmakörpers beobachten, welche zur Zweiteilung des Sporeninhaltes innerhalb der Sporenmembran führte. Der Sporenkörper erfährt hierbei eine Längsstreckung, welche aber sehr oft noch vor der Teilung stattfindet. Stets wird hierbei die Sporenmembran merklich dünner und heller" (p. 82). Daß die eine der beiden ersten Tochterzellen bereits nach der ersten Teilung die Umwandlung zur Heterocyste zeigt, konnte ich bei der Keimung der Konidiosporen nie beobachten; es wurde immer erst eine Reihe von Zellen gebildet und die Grenzzelle ging aus der einen, sich nicht teilenden ersten Tochterzelle hervor, die durch ihren gröberkörnigen Inhalt auffiel, welcher endlich zu schwinden begann; „die letzte Zelle wird zur Heterocyste". Wie erwähnt bleibt die Membran der Konidiosporen nicht „als einseitig durchlöcherte Tonne" nach der Keimung zurück, sondern entfärbt sich und erweicht bei der ersten Teilung.

Weitere Untersuchungen innerhalb der Gattung ***Microchaete*** und verwandter Gattungen und Familien erweisen sich für notwendig, um festzustellen, ob die Bildung von Konidiosporen vereinzelt dasteht oder allen aerophilen Typen der Cyanophyceen zukommt als Modifikation der bekannten Gonidien.

Prag, botanisches Institut der k. k. deutschen Universität, Juli 1917.

---

52. Bruno Schröder: Beiträge zur Kenntnis des Phytoplanktons aus dem Kochel- und dem Walchensee in Bayern.

(Mit 4 Textabbildungen und Tafel X.)

(Eingegangen am 11. Juli 1917.)

In einer früheren Abhandlung über Schwebepflanzen aus dem Wigrysee in Polen[1]) erwähnte ich bei Erörterungen der Variabilität von *Ceratium hirundinella* O. F. Müll. auch Formen dieser Peridinee aus dem Kochel- und dem Walchensee und zog sie zu morphologischen und biometrischen Vergleichen heran. Eine weitere Untersuchung der bayrischen Proben, die ich der Freundlichkeit des Herrn Professors C. ZIMMER in München verdanke, lenkte meine Aufmerksamkeit auch auf die anderen Komponenten dieses Phytoplanktons, von denen einige noch ungenügend bekannt sind, während ein Organismus neu zu sein scheint. Zudem ließ sich feststellen, daß die beiden genannten Seen hinsichtlich ihrer Schwebeflora einen durchaus verschiedenen Charakter aufweisen, obgleich sie nahe bei einander liegen und bloß durch den Kesselbergrücken getrennt sind, der an der schmalsten Stelle, in der Luftlinie gemessen, nur 2 km breit ist.

Die besondere Eigenart des Planktons jedes dieser beiden Seen erklärt sich aus ihren verschiedenartigen hydrographischen Verhältnissen. Der Kochelsee gehört zu den Vorlandseen, der Walchensee dagegen ist ein echter Gebirgssee. Jener liegt ca. 600 m hoch, dieser 800 m. Während der Kochelsee ungefähr 60 m tief ist, hat der Walchensee eine Tiefe bis 190 m. Die Farbe des Wassers vom Kochelsee ist, wie ich 1913 selbst gesehen habe,

---

1) In diesem Bande pag. 256—266.

namentlich in seinem südlichen, tieferen Teile ein helles Smaragdgrün, dagegen zeichnet sich der Walchensee durch eine tief dunkelgrüne Färbung aus. Er soll übrigens die größte Klarheit und Durchsichtigkeit von allen Seen Deutschlands haben. Diese Eigenschaft verdankt er dem Umstande, daß er rings von Bergen umsäumt ist und keinerlei größere Zuflüsse hat, sondern vorwiegend von unterirdischen, reinen Quellen gespeist wird. In den Kochelsee hingegen fließen das Kesselbergwasser und die Loisach, von denen die letztere vor ihrem Eintritt in den See eine Anzahl Wasserläufe aufnimmt, die aus dem Ohlstadt-Murnauer Moor kommen. Sie führen der Loisach an Humussäuren reiches Wasser zu. Auch ein Teil des flachen Nordufers vom Kochelsee, der Rohrsee, ist moorig. Der Kochelsee hat eine durchschnittliche sommerliche Oberflächentemperatur von 21—22 °, der Walchensee nur von 18—19 °. Die „thermische Sprungschicht" beginnt in ersterem schon bei 5—6 m, in letzterem jedoch erst bei 10—12 m Tiefe[1]).

Zunächst sei in einer vergleichend-systematischen Übersicht über das Phytoplankton der beiden Seen dargestellt, was nach den obengenannten Proben in ihnen gefunden wurde, und dabei sei auch die relative Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Arten angedeutet. (ss = sehr selten, s = selten, ns = nicht selten, h = häufig und sh = sehr häufig.)

Aus dieser Aufzählung der gefundenen Planktonten und der Angabe ihrer relativen Häufigkeit ist zu ersehen, daß beide Seen verhältnismäßig arm an Arten sind und zwar der Walchensee (mit nur 16 Arten) noch ärmer als der Kochelsee (mit 20 Arten). Da quantitative Fänge nicht gemacht worden sind, läßt sich über die absolute Quantität des Phytoplanktons beider Seen nichts Genaueres sagen, aber sie wird nicht sehr bedeutend sein. Auch das Zooplankton war nicht reichlich vorhanden, so daß beide Seen nicht besonders produktive, nahrungsreiche Gewässer sein dürften, soweit sich dieser Umstand nach einer einmaligen Probeentnahme feststellen läßt. Es fehlten diesen Seen unter anderem die Gattungen *Microcystis*, *Aphanizomenon* und *Anabaena*, ferner *Oocystis*, *Dictyosphaerium*, *Scenedesmus*, *Pandorina* und *Eudorina*, sowie *Stephanodiscus*, *Rhizosolenia* und *Attheya*. Auch die Flagellaten *Mallomonas*, *Synura* und *Euglena* waren nicht vorhanden. Dagegen sind beiden Seen folgende Planktonten gemeinsam: *Diplosigopsis frequentissima*, *Dino-*

1) AUFSESS, OTTO, Freiherr von u. zu, Die Seen, in: Kochel-Walchensee und Umgebung. Herausgeg. v. Verschönerungsverein Kochel Verl. v. M. GEISSLER & Sohn, Kochel. (Ohne Jahreszahl.)

Ders.: Die Farbe der Seen. Diss. München 1903.

Übersicht über die gefundenen Schwebepflanzen.

	A. Kochelsee 14. VIII. 16.			B. Walchensee 17. VIII. 16.	
	I. Schizophyceae.				
—	. . . .		1.	*Chroococcus limneticus* Lemm.	ns
1.	*Merismopedia tenuissima* Lemm.	ss	—	. . . .	
—	. . . .		2.	*Coelosphaerium Kützingianum* Näg.	h
—	. . . .		3.	*Rhabdogloea ellipsoidea* nob.	ns
	II. Flagellatae.				
2.	*Diplosigopsis frequentissima* (Zach.) Lemm.	h	4	*Diplosigopsis frequentissima* (Zach.) Lemm.	h
3.	*D. Entzi* France	s	—	. . . .	
4.	*Dinobryon cylindricum* var. *divergens* (Imhof) Lemm.	sh	5.	*Dinobryon cylindricum* var. *divergens* (Imhof) Lemm.	ns
—	. . . .		6.	*D. stipitatum* subspec. *bavaricum* (Imhof) Pascher	ns
5.	*Glenodinium pulvisculus* Stein	s	—	. . . .	
6.	*Ceratium hirundinella* O. F. Müll.	h	7.	*Ceratium hirundinella* O. F. Müll.	sh
7.	*C. cornutum* (Ehrb.) Clap. & Lachm.	s	—	. . . .	
8.	*Peridinium Willei* Huitfeld-Kaas	ns	8.	*P. Willei* var. *lineatum* Lindemann	ns
—	. . . .		9.	*Peridinium cinctum* Ehrb.	ns
	III. Chlorophyceae.				
9.	*Sphaerocystis Schröteri* Chodat	ns	10.	*Sphaerocystis Schröteri* Chodat	ns
—	. . . .		11.	*Botryococcus Brauni* Kütz.	s
	IV. Conjugatae				
10.	*Closterium aciculare* var. *subpronum* W. et G. S. West	s	—	. . . .	
11.	*Cosmarium bioculatum* Bréb.	ss	—	. . . .	
12.	*Staurastrum cuspidatum* var. *longispinum* Lemm.	ss	—	. . . .	
13.	*S. mucronatum* Ralfs	ss	—	. . . .	
14.	*Gonatozygon monotaenium* De Bary	s	—	. . . .	
	V. Bacillariaceae.				
15.	*Cyclotella melosiroides* (Kirchn.) Lemm.	ns	12.	*Cyclotella melosiroides* (Kirchn.) Lemm.	s
—	. . . .		13.	*C. Schröteri* Lemm.	ns
16.	*Fragilaria virescens* Ralfs	ns	—	. . . .	
—	. . . .		14.	*Fragilaria crotonensis* Kitton	h
17.	*Synedra delicatissima* W. Smith	ns	15.	*Synedra delicatissima* W. Smith	ns
18.	*Asterionella gracillima* Heiberg	h	16.	*Asterionella gracillima* Heiberg	
19.	*Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* Grun.	ns	—	. . . .	h
20.	*T. flocculosa* Kütz.	s	—	. . . .	

bryon cylindricum var. *divergens*, *Ceratium hirundinella*, *Sphaerocystis Schröteri*, *Cyclotella melosiroides*, *Synedra delicatissima* und *Asterionella gracillima*. *Fragilaria virescens* im Kochelsee vikariiert mit *F. crotonensis* im Walchensee.

Das Phytoplankton des Kochelsees charakterisierte sich durch zahlreiches Vorkommen von *Dinobryon cylindricum* var. *divergens*. Daneben war *Ceratium hirundinella* in kleinen Formen (97—118 μ) mit 2 Antapikalhörnern häufig, wie auch aus meiner Tabelle

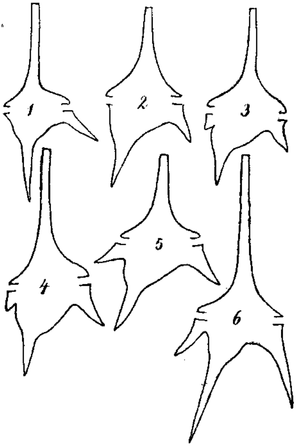


Abb. 1.

(l. c. 1 pag. 259) ersichtlich ist. Die hauptsächlichsten Formentypen habe ich in beistehender Textfigur wiedergegeben. Die am meisten verbreitete Form zeigt Abb. 2, den *Carinthiacum*-Typus BACHMANNs[1]). Auch die Formen des *Austriacum*-Typus, zu der Abb. 3 u. 4 gehören, wurden mehrfach beobachtet. Weit seltener finden sich die Formen des *Scotticum*-Typus (Abb. 5) und

1) BACHMANN, H., Das Phytoplankton des Süßwassers. Jena 1911.

des *Robustum*-Typus (Abb. 6). Vom letzteren habe ich unter 50 Exemplaren nur 2 gefunden, die 168 μ lang waren. Der *Piburgense*- und der *Gracile*-Typus fehlten im Kochelsee gänzlich. Einmal habe ich eine eigentümliche kleine, schmale Form beobachtet, die

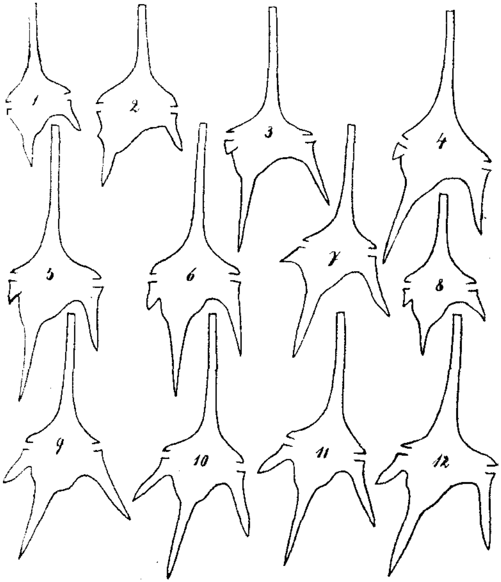


Abb. 2.

ich in Abb. 1 darstellte. Sie gehört zu keinem der BACHMANNschen Typen. *Ceratium cornutum* zeigte keinerlei Abweichung vom normalen Typus, auch seine Dimensionen waren die gewöhnlichen (106 u. 56 μ).

Sehr bemerkenswert ist für das Plankton des Kochelsees auch das Vorkommen von fünf Desmidiaceen, von denen im Walchen-

seeplankton keine gefunden wurden. Ihr Auftreten in dem ersteren ist ein deutlicher Beweis der etwas moorigen Beschaffenheit seines Wassers. Die häufigste Desmidiacee war *Closterium aciculare* var. *subpronum*, das längste aller *Closterien*. Es stimmte in Gestalt und Zellinhalt fast vollständig mit einer Abbildung von W. u. G. S. WEST[1]) Tafel 2, Fig. 1 überein. Seine Länge betrug aber 300—400 μ und seine Breite 6—7 μ, während die Enden fast 2 μ breit waren. Hin und wieder kamen außer bogenförmig gekrümmten Formen auch sigmoide vor (meine Tafel X, Fig. 1 b), die sämtlich wie die Formen von WEST in jeder Zellhälfte 8 Pyrenoide aufwiesen, sowie ein bewegliches Körnchen in der Endvakuole. LEMMERMANN[2]) fand eine Form dieses *Closteriums*, die er *var. lacustre* bezeichnete. Sie war sogar 500—800 μ lang und 6—8 μ breit und trat sowohl in bogenförmiger, wie in sigmoider Gestalt auf. Nahe verwandt mit *C. aciculare* ist auch jenes planktonische *Closterium*,

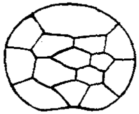


Abb. 3. *Peridinium cinctum* (Apikalansicht).

welches ich früher schon in Westpreußen im Kaminsee und im Kielpiner See antraf und für *Closterium Ceratium* Perty hielt, weil es in jeder Halbzelle 3 Pyrenoide hat[3]). Es ist mitunter auch sigmoid gekrümmt, manchmal sogar unregelmäßig, doch sind die Enden nicht soweit vorgezogen und verschmälert, wie bei *Closterium aciculare* var. *subpronum*. Zu *C. Ceratium* Perty gehört aber diese Form deswegen nicht, weil die Zellenden nicht scharf zugespitzt sind. Es steht dem *C. aciculare* Tuffen West, das mir damals noch nicht bekannt war, viel näher und kann zu diesem als *var. limne-*

1) WEST, W. and G. S., A contribution of the freshwater algae of the North of Ireland, in: Trans. of the Roy. Irish Akademy. Vol. XXXII, Sect. B. Part 1. Dublin 1902.

2) LEMMERMANN, E., Ergebnisse einer Reise nach dem Pacific, in: Abh. Nat. Vereins Bremen, Bd. XVI, Heft 2, pag. 342 u. 344. Bremen 1899.

3) SCHRÖDER, BR., Planktonpflanzen aus Seen von Westpreußen, in: Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XVII, pag. 159, Taf. X, Fig. 3, Berlin 1899.

ticum nov. var. gestellt werden. — *Staurastrum cuspidatum* Bréb. *var. longispinum* Lemm. hatte keinen so schmalen und langgezogenen Isthmus wie bei RALFS[1]) Tafel 21, Fig. 1a. Er ist meist kürzer und dicker, doch kommen auch normale Formen vor. (Meine Tafel X, Fig. 2). Die Stacheln sind in der Seitenansicht nach auswärts gerichtet und stehen also nicht in der Richtung der Verlängerung des Scheitels. Diese Varietät scheint eine echte Planktonform zu sein, denn sie wurde bereits auch von LEMMERMANN im Plankton des Dümmer Sees, im Zwischenahner Meer und im Steinhuder Meer in Norddeutschland und anderwärts gefunden. *Staurastrum mucronatum* Ralfs gleicht genau den Abbildungen bei WEST, l. c. Taf. 2, Fig. 31. Ich habe es aber nur ein einziges Mal in der Probe gesehen. *Cosmarium bioculatum* Bréb. und *Gonatozygon monotaenium* De By. zeigen keinerlei Besonderheiten. Das Vorkommen von *Tabellaria fenestrata* und von *T. flocculosa* weist auf eine gewisse moorige Beschaffenheit des Wassers im Kochelsee ebenfalls hin.

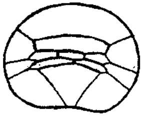


Abb. 4. *Peridinium Willei* var. *lineatum* (Apikalansicht).

In der Probe aus dem Walchensee war *Ceratium hirundinella* die vorherrschende Art. Von ihr habe ich in meiner Textfigur 12 Formen gezeichnet, die am verbreitetsten waren, besonders die größeren, 152—190 μ langen Formen (Fig. 3—7 u. 9—12) mit 2 normalen Antapikalhörnern und einem rudimentären und mit 3 normalen Antapikalhörnern. Weit geringer vorhanden war die Zahl der kleinen Formen von 97—123 μ Länge mit 2 Antapikalhörnern (*Fig. 1 u. 2*). *Über die prozentuale Verteilung der Formen mit* verschiedenartig vorhandenen Antapikalhörnern, sowie über die verschiedenen Größenverhältnisse von *Ceratium hirundinella* aus dem Walchensee, wie auch aus dem Kochelsee geben meine Tabellen l. c. 1 pag. 259 u. 260 Auskunft. Von den BACHMANNschen Formentypen fanden sich folgende im Walchensee vor: Fig. 1 u. 2 gehören dem *Carinthiacum*typus an, Fig. 3—6 dem *Gracile*typus,

1) RALFS, J., The British Desmidieae. London 1848.

Fig. 7 dem *Scotticum*typus und Fig. 8—12 dem *Austriacum*typus. Der *Robustum*typus und der *Piburgense*typus wurden nicht beobachtet. AMMANN[1]) fand jedoch den *Piburgense*typus im benachbarten Staffelsee.

Die merkwürdigste Alge im Phytoplankton des Walchensees ist eine nicht selten vorkommende Chroococcacee, die ich als *Rhabdogloea ellipsoidea* nov. gen. et nov. spec. bezeichne. Sie besteht aus kleinen, 2 μ breiten und 8—14 μ langen, zylindrischen bis halb spindelförmigen, geraden oder leichtgekrümmten Zellen mit abgerundeten Enden, von denen das eine zugespitzter, das andere stumpfer ist. (Taf. X, Fig. 3a—k). Die Zellen haben einen spahngrünen, homogenen Inhalt, in dem sich hin und wieder ein dunkleres Körnchen (Fig. 3 g—k) findet und eine zarte Zellhaut. Sie liegen zu 2—64 stets paarweise zusammen, entweder in der entgegengesetzten Richtung hinter oder auch nebeneinander und lassen in ersterem Falle zwischen sich einen schmalen, hyalinen Raum frei. (Taf. X, Fig. 3 l, m.) Ihre Vermehrung geschieht, soweit mir bekannt, nur durch Zweiteilung der Quere nach. Sie werden namentlich in späteren Entwickelungsstadien unter dem Drucke der sie umhüllenden Gallertmassen mechanisch von ihrer anfänglichen Richtung abgedrängt, so daß sie wahrscheinlich nach einer Drehung von 180 ° oder durch Verschiebung nebeneinander zu liegen kommen. Alle Zellen sind ziemlich gleich in Reihen gerichtet in eine gemeinsame, ungeschichtete, farblose, durchsichtige und länglich- oder breitellipsoidische Gallerthülle eingebettet, deren scharfbegrenzter Umriß bei Betrachtung mit mittlerer Vergrößerung schon für gewöhnlich wahrnehmbar ist. Durch flüssige chinesische Tusche läßt sich die Gestalt der Gallerthülle einwandfrei nachweisen (Taf. X, Fig. 3 n), ebenso durch Anwendung von verdünnten, wässerigen Farbstofflösungen von Methylenblau, Safranin oder Methylviolett, wobei die Gallerte keinerlei besondere Struktur aufweist. Die Gallertcoenobien sind 17—40 μ breit und 34—80 μ lang. Mitunter liegen 2—6 Gallertcoenobien zu einem Syncoenobium vereinigt zusammen und zwar so, daß sich die Längsseiten der Gallertellipsoide berühren. (Taf. X, Fig. 3 p.)

Rhabdogloea ellipsoidea ist am nächsten verwandt mit *Rhabdoderma lineare* Schmidle u. Lauterborn[2]), die letzterer 1899 im Plankton

---

1) AMMANN, H., Physikalische und biologische Beobachtungen an bayrischen Seen. Diss. Kehlheim a. d. Donau 1912.

2) SCHMIDLE, W., Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen, in: Ber. d. Deutschen bot. Gesellsch. Bd. 18, pag. 148, Taf. VI, Fig. 8—11. Berlin 1900.

des Altrheines bei Roxheim auffand und die später R. VOLK[1]) im Plankton der unteren Elbe bei Hamburg mehrfach beobachtete. Andere Funde sind mir nicht bekannt geworden. Die beiden ebengenannten Chroococcaceen stimmen inbezug auf ungefähre Größe der Zellen und deren anatomisch-histologische Beschaffenheit überein, nicht aber in der Gestalt und der räumlichen Anordnung der Individuen und in der Form und der Beschaffenheit der Gallerthülle. Bei *Rhabdoderma* ist sie nach SCHMIDLES Angaben nur undeutlich erkennbar, hautförmig und einschichtig, während sie bei *Rhabdogloea* deutlich erkennbare Gallertellipsoide bildet, wovon ich mich auch durch Drehung der Ellipsoide unter dem Deckglase überzeugte. Bei ersterer Gattung liegen alle Zellen in einer Ebene, bei letzterer sind sie nicht nur nebeneinander gelagert, sondern sie liegen räumlich mehr verteilt, auch über und unter einander. (Taf. X, Fig. 3 n.) Im System wäre *Rhabdogloea* am besten zwischen *Rhabdoderma* und *Gloeothece* zu stellen. Hinzuweisen wäre noch auf eine Abbildung, die JOSEPHINE TILDEN[2]) auf ihrer Tafel 2, Fig. 1 von einer Alge gibt, welche sie als *Gloeothece linearis* Näg. bezeichnet. Diese Figur erinnert lebhaft an die von SCHMIDLE Fig. 11, doch liegen bei ersterer die Zellen weiter auseinander. Bei WEST[3]), auf den sich J. TILDEN bezieht, konnte ich diese Zeichnung nicht finden, sondern nur Fig 2 des TILDENschen Werkes.

Auch mit der Schizophycee *Marssoniella elegans* Lemm.[4]), die im Plankton des Sumtsees in Brandenburg aufgefunden wurde, hat *Rhabdogloea ellipsoidea* in gewisser Beziehung einige Ähnlichkeit. Namentlich ist die Gestalt der Zellen der ersteren den der letzteren ähnlich, da sie ein spitzeres und ein abgestumpftes Ende haben, doch werden ihre Masse von LEMMERMANN als geringer angegeben. Ob *Marssoniella* aber wie *Rhabdogloea* von einer Gallerthülle um-

---

1) VOLK, R., Hamburgische Elb-Untersuchung, I. Allgemeines über die biol. Verhältnisse der Elbe bei Hamburg, in: Mitt. a. d. Naturhist. Museum Bd. XIX, pag. 114, Hamburg 1903 u. derselbe, Hamburgische Elb-Untersuchungen, VIII., Studien über die Einwirkung der Trockenperiode im Sommer 1904 auf die biol. Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. Ebendaselbst Bd. XXIII, pag. 78, Hamburg 1906.

2) TILDEN, JOSEPHINE, Minnesota Algae. Vol. 1. The Myxophyceae of North-America and adjacent regions including Central America, Greenland, Bermuda, West-Indies and Hawai. Minneapolis Minnesota 1910.

3) WEST, W. and G. S., On some freshwater algae from the West-Indies, in: Linnean Society Journal-Botany, Vol. 30, pag. 276, tab. 14, fig. 26. London 1895.

4) LEMMERMANN, E., Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen, in: Ber. d. Deutschen bot. Gesellsch. Bd. 18, pag. 275, Berlin 1900.

geben ist, oder ob ihre Zellen nur an ihrem abgestumpften Ende durch Gallertmassen zusammengehalten werden, konnte dieser Autor nicht nachweisen; er vermutet letzteres nur. Auch ist bei *Marssoniella* die Anordnung der Zellen eines Coenobiums eine strahlig-büschelige und nicht eine reihenweise wie bei *Rhabdogloea.* Im übrigen ist die von LEMMERMANN beschriebene Alge noch wenig bekannt. Warum er sie im System zu den Chamaesiphonaceen[1]) und nicht zu den Chroococcaceen stellt, ist mir unerklärlich. Gonidien hat er bei dieser Alge nicht beobachtet, und ihre „Vermehrung durch Längsteilung" der Zellen erscheint mir sehr zweifelhaft.

In mancher Hinsicht erinnert übrigens *Rhabdogloea ellipsoidea* sehr an *Elakatothrix gelatinosa* Wille[2]), namentlich was das Vorhandensein und die Gestalt der Gallerthülle, sowie die paarweise Anordnung der halbspindelförmigen Zellen anbetrifft. *Elakatothrix* wird jedoch wegen seines hellgrünen, echten Chromatophors, des in ihm liegenden Pyrenoides und des zentralen Zellkernes, sowie des Vorkommens von Akineten von WILLE zu den Chlorophyceen und zwar zu den Pleurococcaceen gestellt. Wahrscheinlich stellen *Rhabdogloea ellipsoidea* und *Elakatothrix gelatinosa* inbezug auf Zellform und Zellanordnung, ebenso wie auf Ausbildung und Gestalt der Gallerthüllen Konvergenzerscheinungen dar, die mit genetischer Verwandtschaft nichts zu tun haben. Inwieweit endlich *Elakatothrix linearis* Pascher[3]) mit *Rhabdoderma lineare* Schmidle-Lauterborn verwandt oder konvergent sind, vermag ich nicht ohne weiteres zu entscheiden. Die Zellen des ersteren zeichnet PASCHER schmaler und länger, als SCHMIDLE- die der letzteren. Ein Pyrenoid hat PASCHER bei seiner Art nicht beobachtet, auch über die Farbe und die genauere Beschaffenheit des Chromotophors wird nichts angegeben und nur erwähnt, daß er „fast die ganze Zelle" auskleidet. Jedenfalls bedarf diese Art noch einer eingehenden Untersuchung.

Einige äußere Ähnlichkeit mit *Rhabdogloea* hat auch *Ankistrodesmus lacustris* (Chodat) Ostenf.[4]), dessen leichtgebogene, spindel-

1) LEMMERMANN, E., Kryptogamenflora der Mark Brandenburg, Algen I. pag. 90 u. 93. Berlin 1910.

2) WILLE, N., *Conjugatae und Chlorophyceae.* Nachträge, in ENGLER & PRANTL, Die natürl. Pflanzenfamilien. Liefr. 236 u. 237, pag. 38, Leipzig 1909.

3) PASCHER, A., Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Oesterreichs u. der Schweiz. Heft 5, pag. 221, Jena 1915.

4) CHODAT, R., Études de biologie lacustre, in: Bulletin de l'Herbier Boissier, Tome V, tab. 11, fig. 9 et 10 à gauche, Genf, 1897 u. Derselb. Algues vertes de la Suisse, Pleurococcoides-Chroolepidoides, pag. 199 u. 200, fig. 117, Berne 1902.

förmige Zellen, zugespitzte oder abgestumpfte Enden haben und unregelmäßig verteilt in eine Gallerthülle von spindelförmiger Gestalt eingeschlossen sind. Diese Alge ist von CHODAT in mehreren Alpenseen als Planktonform nachgewiesen worden. Sie unterscheidet sich von *Rhabdogloea* aber durch die viel größeren Dimensionen ihrer Zellen (4 μ breit, 18—27 μ lang), ferner durch das Vorhandensein eines plattenförmigen, parietalen, hellgrünen Chromatophors, das nicht die ganze Zelle ausfüllt, und die spindelförmige, an den Enden zugespitzte Gallerthülle. Nach BACHMANN l. c. pag. 189 beträgt die Breite der Zellen 5—8 μ und die Länge 4—7mal so viel. Seine Abbildung von *A. lacustris* auf Taf. 4, Fig. 8 weicht von der von CHODAT in der Darstellung der Gallerthülle, die er für die verschleimte Mutterzellmembran hält, insofern ab, als die Enden der Gallertspindel mehr abgerundet sind. Auch *Ankistrodesmus lacustris* dürfte in seinem Äußeren eine Konvergenzerscheinung zu *Rhabdogloea* und *Elakatothrix* sein. Diese rein äußerlichen Ähnlichkeiten von den genannten Algen, die eine genetische Verwandtschaft nur vortäuschen, kommen als Konvergenzerscheinungen durch Anpassung an die gleichen Bedingungen des Schwebens im Wasser, also durch die Wirkung gleicher Lebensweise zustande[1]).

Charakteristisch für das Plankton des Walchensees ist auch *Cyclotella Schröteri* Lemm., die häufig in kürzeren oder längeren, geraden oder schwachgebogenen Ketten von 4 bis 32 Individuen auftritt, welche mit der Schalenseite wie Geldstücke in einer Rolle nebeneinander gelagert sind, jedoch durch Zwischenräume von 4—20 μ Breite getrennt werden. In Tuscheeinbettung oder nach Färbung mit einer stark verdünnten wässerigen Lösung von Gentianaviolett zeigen sich diese Ketten von einer bis 84 μ dicken, weichen, für gewöhnlich nicht sichtbaren, hyalinen Hüllgallerte umgeben, die stellenweise transversal gestreift ist, bei der sich aber die Streifung nur auf die Teile der Zwischenräume erstreckt, jedoch dort, wo die Zellen liegen, fehlt. (Taf. X, Fig. 4.) Die Gallerthülle war bei den Exemplaren aus dem Walchensee stets weiter, als BACHMANN l. c. pag. 109, Fig. 111 u. pag. 128, Fig. 28 aus einigen Schweizerseen angibt. Einen besonderen Gallerthof um jede Zelle habe ich auch an gefärbtem Formolmateriale nicht gesehen. An frischen, eben gefischten Proben wird man die feinere Beschaffenheit der Gallerthülle von *Cyclotella Schröteri* besser studieren können. Diese Bacillariacee wurde schon mehrfach in andern

1) GERHARDT, U., Über Konvergenzerscheinungen im Tierreich, in: Medizin. Klinik Nr. 20, Berlin 1905.

Alpen- und Vorlandseen gefunden. In Bayern ist sie noch aus dem Starnbergersee durch ZACHARIAS[1]) und BREHM[2]) bekannt geworden. Sie trafen dort Kettenkolonien von 8—16, ja bis 28 Individuen von 30 μ Schalendurchmesser an, und aus dem Würmsee erwähnt sie AMMANN l. c., der sie besonders im Juni und Juli häufig „in langen Rollen" auffand. Aus allen bisherigen Mitteilungen über *Cyclotella Schröteri* geht aber hervor, daß die Dicke der Gallerthülle und ihre sonstige Beschaffenheit, die Größe der Zwischenräume zwischen den Zellen einer Kette und die Zahl und Größe der Zellen selbst, ebenso wie das Häufigkeitsmaximum ihres Vorkommens innerhalb gewisser Grenzen sehr variabel sind.

Sowohl im Kochel- wie im Walchenseeplankton bemerkte ich *Peridinium*-Arten, deren genaue Bestimmung ich Herrn Oberlehrer Dr. E. LINDEMANN in Lissa (Posen) verdanke. Von ihnen kam *Peridinium Willei* Huitfeld-Kaas im Kochelsee in vollständig entwickelten Exemplaren vor. Außerdem beobachtete ich dort noch ein Entwickelungsstadium einer *Peridinium*-Art, die möglicherweise mit der ebengenannten identisch ist. Man hat dieses Stadium als „Gallertsporen" (*Cystes mouqueux*) bezeichnet. In einer 120 μ weiten, farblosen und hyalinen Gallerthülle, die ohne Tuscheeinbettung oder Färbung schon für gewöhnlich sichtbar ist, finden sich 1—4 kugelige, halbkugelige oder unregelmäßig gestaltete Sporen von 58—63 μ Durchmesser mit mehr oder weniger feinkörnigem Inhalte. VIRIEUX[3]) beschreibt derartige Gallertsporen von P. WESTI Lemm. und bildet l. c. pag. 535, Fig. 1 eine ab, bei der die Mutterzellwände in Resten an der Gallerte hängen geblieben sind, so daß die Zugehörigkeit dieser Sporen zu *P. Westi* unzweifelhaft festgestellt werden konnte. Ich habe leider keine Mutterzellhäute an den Sporen auffinden können und muß vorläufig dahingestellt sein lassen, zu welcher Art die Sporen gehören.

Über die *Peridinium*-Arten aus dem Kochel- und dem Walchensee schrieb mir Herr LINDEMANN, daß er in ersterem *P. Willei* Huitfeld-Kaas in ziemlich typischen Exemplaren gefunden habe, in letzterem *P. cinctum* (Abb. 3). Eine Form von *P. Willei* bezeichnet

1) ZACHARIAS, O., Hydrobiologische und fischereiwirtschaftliche Beobachtungen an einigen Seen der Schweiz u. Italiens, in: Forschungsber. a. d. biol. Station in Plön, Teil 12, pag. 284—286, Stuttgart 1905.

2) BREHM, V., Beiträge zur faunistischen Durchforschung der Seen Nordtirols, in: Naturwiss.-med. Verein, Eger 1907.

3) VIRIEUX, J., Sur la reproduction d'un Péridinien limnétique, *Peridinium Westi* Lemm., in: Comptes rendues d. séances d. l. Société de Biologie, Tome LXXVI, pag. 534, Paris 1914.

er als *var. lineatum* nov. var., weil „die beiden ventralen Apikalplatten so verschmälert sind, daß sie fast linienförmig erscheinen". Auch besitzt diese Varietät eine auffallend große Rautenplatte. (Abb. 4). Herr LINDEMANN, der vorstehende Figuren zeichnete, wird an anderer Stelle ausführlich über diese Formen berichten, da *P. Willei* ebenso wie *P. Westi* sehr häufig bei nur oberflächlicher Betrachtung der Dorsal- oder Ventralseite ohne Berücksichtigung der Gestalt und Anordnung der Apikalplatten mit *P. cinctum* Ehrb. verwechselt werden.

Nach Abschluß meiner Bearbeitung fand ich, daß das Plankton dieser beiden Seen bereits schon einmal von LANGHANS[1]) untersucht worden ist. Er gibt aus dem Kochelsee 9, aus dem Walchensee 6 Schwebepflanzen an und zwar aus ersterem *Pediastrum Boryanum*, *Melosira* spec. und *Peridinium bipes*, welche ich dort nicht beobachtet habe. Auch nach ihm ist der Kochelsee an Arten reicher als der Walchensee. Übereinstimmend mit meinen Befunden herrschten nach LANGHANS im Kochelsee *Dinobryon* und *Ceratium hirundinella* vor, letzteres hauptsächlich in Formen mit 2 Antapikalhörnern, seltener in solchen mit 2 entwickelten und einem rudimentären. *C cornutum* hat LANGHANS gleichfalls nur im Kochelsee gefunden, ebenso gibt er die in beiden Seen vikariierenden Fragilarien an. *C. hirundinella* wird von ihm auch im Walchensee als vorherrschend angeführt, das dort mit 3 Antapikalhörnern vorkommt, von denen das eine kurz ist. Demnach scheinen in jenen oberbayrischen Seen zur gleichen Jahreszeit in jedem Jahre die gleiche Formen von *C. hirundinella* aufzutreten. Hervorgehoben wird von LANGHANS schon, daß beide Seen in der Flora und Fauna ihres Planktons trotz ihrer räumlichen Nähe große Verschiedenheit aufweisen, die er durch die verschiedene Höhenlage, Wassertiefe und Uferformation zu erklären versucht.

Erklärung der Tafel X.

Sämtliche Figuren sind nach Formolproben mit einem Abbéschen Zeichenapparate bei eingeschobenem Tubus von mir gezeichnet.

Fig. 1. *Closterium aciculare* Tuffen West *var. subpronum* W. et G. S. West, a u. a[1] bogenförmige, b sigmoide Form. $\frac{450}{1}$ Kochelsee.

---

1) LANGHANS, V. H., Die Ergebnisse der auf der Exkursion des hydrobiologischen Kursus der D. M. G. am 6. August 1909 ausgeführten Planktonfänge im Kochel- und Walchensee, in: Die Kleinwelt, Zeitschr. d. Deutschen mikrologischen Gesellschaft, 1. Jahrg., Heft 10, pag. 161—163, Bamberg 1910.

Fig. 2. *Staurastrum cuspidatum* Bréb. *var. longispinum* Lemm. a Seiten-, b Scheitelansicht. $\frac{450}{1}$ Kochelsee. (Methylenblaufärbung der leeren Zellhaut.)

Fig. 3. *Rhabdogloea ellipsoidea* nov. gen. et nov. spec.

a—k Verschiedene Gestalt der Einzelzellen. $\frac{1800}{1}$.

(g—k ein dunkles Körnchen in der Zelle.)

l—m Paarweise hinter einander liegende Zellen. $\frac{760}{1}$.

n Achtzelliges Coenobium in Tuschelösung, die Gallerthülle zeigend. $\frac{760}{1}$

o Sechzehnzelliges Coenobium. $\frac{760}{1}$.

p Syncoenobium aus 3 Coenobien zusammengesetzt. $\frac{450}{1}$ Walchensee.

Fig. 4. *Cyclotella Schroeteri* Lemm.

Sechszellige Kette mit Hüllgallerte und deren Struktur in flüssiger Tusche. $\frac{450}{1}$ Walchensee.

53. A. Schulz: Ueber das Nektarium von Caltha palustris L.

(Eingegangen am 21. Juli 1917.)

In seiner Abhandlung über „Die Abstammung der Monokotylen und die Blütennektarien" im 31. Bande dieser Berichte[1]) erwähnt OTTO PORSCH auch das von den übrigen untersuchten Ranunculaceennektarien durch seine Stellung abweichende Nektarium von *Caltha palustris*. Diese Art hat nach seiner Angabe: „Honigdrüsen in Form zweier flacher Vertiefungen zu beiden Seiten jedes aus einem Fruchtblatte bestehenden Fruchtknotens".

Das Nektarium von *Caltha palustris* ist schon mehrfach beschrieben worden, zuerst, meines Wissens, von CHRISTIAN KONRAD SPRENGEL in seinem Werke über „Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen"[2]). Er sagt darüber: „Nachdem ich diese Blume lange für saftleer gehalten hatte, so verursachte es mir ein nicht geringes Vergnügen, als ich den Saft endlich entdeckte. 1. Jeder Fruchtknoten hat nicht weit

1) Berlin 1913, S. 580—590 (588).

2) Berlin 1793, S. 298, Taf. XV, Fig. 38, 41.

über seiner Basis auf beiden Seiten einen weißlichen Fleck, welcher eine Saftdrüse ist. 2. Der Saft sitzt in dem Winkel jeder zwey nächsten Fruchtknoten auf den Saftdrüsen.“ Taf. XV, Fig. 38 bildet SPRENGEL das Gynöceum von *Caltha palustris* von der Seite ab; in dem Winkel zwischen je zwei Fruchtknoten sitzt etwas über ihrer Basis ein runder Nektartropfen.

Später haben auch andere das *Caltha*-Nektarium beschrieben. Nach HERMANN MÜLLERs Angabe in seinem Buche über „Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider“[1]) wird „der Honig von zwei, nach unten durch eine schwache Falte begrenzten, flachen Vertiefungen zu beiden Seiten jedes Fruchtblattes[2]) in so reichlicher Menge abgesondert, daß die Honigtröpfchen der einander zugekehrten Seiten zweier benachbarten Fruchtblätter oft zu einem einzigen großen, die Furche zwischen beiden ausfüllenden Tropfen zusammenfließen.“ Er bildet (Fig. 38) einen Fruchtknoten ab mit den beiden Nektarien; jedes von diesen ist mit einem Tropfen bedeckt.

J. MAC LEOD beschreibt in seinem Werke „Over de bevruchting der bloemen in het kempisch gedeelte van Vlaanderen“[3]) das Nektarium von *Caltha palustris* ebenfalls als eine flache Vertiefung (een ondiepe honigafscheidende indeuking). Zwischen je zwei benachbarten Fruchtknoten werden zwei Nektartropfen abgeschieden, die zusammenfließen. Und nach L. SCOTTI „produce *Caltha palustris* nettare in cavità situate ai lati di ciascun carpello“[4]).

Ich habe im Laufe der letzten 30 Jahre in verschiedenen Gegenden Mitteleuropas zahlreiche Blüten von *Caltha palustris* untersucht, ich habe ihre Nektarien aber immer anders gefunden als die Autoren sie beschreiben. Nach meinen Beobachtungen wird der Nektar nicht, wie H. MÜLLER und die späteren Beschreibungen, die wohl alle von seiner abhängig sind, behaupten, von einer flachen Vertiefung, sondern von einem niedrigen Polster an jeder Seitenflanke der Fruchtknoten abgesondert. Dieses Polster liegt nicht in einer Vertiefung, sondern auf der gewölbten Oberfläche des Fruchtknotens. Es befindet sich ungefähr in der Mitte der Seitenflanke, etwas mehr nach der Rückennaht des Fruchtknotens hin,

1) Leipzig 1873, S. 117.

2) Als „zwei flache Vertiefungen an beiden Seiten jedes Fruchtknotens“ beschreibt auch O. KIRCHNER, Flora von Stuttgart und Umgebung (Stuttgart 1888) S. 270, die Nektarien.

3) Gent 1894, S. 364.

4) LUIGI SCOTTI, Contribuzioni alla biologia fiorale delle Ranales, Revista italiana di scienze naturali, Jahrg. 25 (Siena 1905) S. 10 (d. Sep.)

und erstreckt sich parallel zu dieser[1]). Es ist ungefähr $1^1/_4$—$1^1/_2$ mm lang, wesentlich schmaler, namentlich am oberen Ende, und beginnt ungefähr 1 mm oberhalb der Fruchtknoteninsertion. Bei schwacher Vergrößerung hebt es sich durch seine mattgrüne Farbe von der übrigen, glänzendgrünen Oberfläche des Fruchtknotens ab. Bei stärkerer Vergrößerung erscheint es fettig glänzend, und erkennt man, daß seine Epidermiszellen die Form von länglich-keulenförmigen oder flaschenförmigen Papillen[2]) haben. Seine Begrenzung ist oft sehr unregelmäßig; nicht selten ist es in zwei oder mehrere Partien geteilt. Manchmal ist es sehr verkleinert[3]). Die Nektartropfen der benachbarten, sehr genäherten Nektarien vergrößern sich soweit, bis sie sich berühren und zusammenfließen. Es haftet dann ein runder Tropfen in dem nach außen offenen Winkel zwischen den Fruchtknoten, wie ihn CHR. K. SRENGEL abbildet.

---

54. P. Kuckuck: Ueber Zwerggenerationen bei Pogotrichum und über die Fortpflanzung von Laminaria.

(Eingegangen am 27. Juli 1917.)

(Mit 5 Abb. im Text.)

Mit dem Namen „Prosporie“, frühzeitige Sporenbildung, habe ich 1899 (5) eine Erscheinung bezeichnet, die ich zuerst bei einer Phaeosporee, *Pogotrichum filiforme*, beobachten konnte. Es handelt sich darum, daß die bei der Keimung entstandenen Pflänzchen normal und reichlich Fortpflanzungsorgane erzeugen, lange bevor sie die für die systematische Stellung der Art bezeichnende volle vegetative Entwicklung erreicht haben. Die kleine Arbeit ist, vielleicht infolge ihres Erscheinungsorts, wenig beachtet worden, auch OLTMANNS erwähnt in seiner vortrefflichen „Morphologie und Biologie der Algen“ nichts von Prosporie und wo er im Kapitel über Polymorphismus auf *Pogotrichum* zu sprechen kommt, geht er auf

1) Meist ist unterhalb des Nektariums keine deutliche Falte vorhanden. Nicht selten befindet sich aber zwischen dem Nektarium und der Bauchnaht des Fruchtknotens ein Eindruck.

2) Ähnliche Epidermispapillen sind auch bei den Nektarien anderer Arten beobachtet worden, vgl. z. B. S. STADLER, Beiträge zur Kenntniss der Nectarien und Biologie der Blüthen (Berlin 1886) S. 68 u. Taf. VIII.

3) Es ist nicht selten dicht mit Pollen bedeckt und dadurch hellgelb gefärbt; hierdurch hat sich CHR. K. SPRENGEL täuschen lassen.

das Wesentliche der Erscheinung nicht ein. (11 Bd. 2, p. 266.) Des besseren Verständnisses halber wiederholte ich im Folgenden kurz bereits Veröffentlichtes.

Die von REINBOLD im Juni 1888 bei Helgoland entdeckte, von *REINKE 1892 (12 p. 62 f., Taf. 41, Fig.* 23—25) genauer beschriebene Phaeosporee bildet von März bis Juni auf den Spreiten von *Laminaria saccharina* bis 5 cm hohe dunkelbraune, oft zu pelzigen Rasen vereinigte Büschel, die aus unverzweigten, bis 0,1 mm dicken Fäden bestehen. Die radiär gebauten Fäden entspringen einer winzigen einschichtigen Basalscheibe und zeigen ein durch Längs- und Querfächerung entstandenes großzelliges Parenchym. Im März und April, wenn die Sporenbildung am lebhaftesten ist, schreitet die Fächerung ohne Aufenthalt fort und führt zur völligen Fertilisierung der oberen zwei Drittel des Fadens, an der sich sämtliche Zellen des Querschnitts, also auch die inneren Zellen beteiligen. Die Pflanze kann dann mit einem sehr kräftigen Büschel von *Leptonema*, einer zu den Elachistaceen gehörigen Phaeosporee, verglichen werden. (Abb. 1 a.) Mit fortschreitender Jahreszeit wird die Fächerung verzögert und die Neigung zur Fertilisierung nimmt ab, so daß schließlich die Sporangien in Gruppen stehen, noch später einzeln zwischen die immer zahlreicher werdenden vegetativ bleibenden Zellen zu liegen kommen. Besonders die Spätfrühlingsindividuen sind ziemlich robust und hell gefärbt. Sie können dann einem unverzweigten *Stictyosiphon* verglichen werden (Abb. 1 b—c). Die Sporangien sind in der Regel plurilokulär, selten unilokulär. Die systematische Stellung der Alge ist neben *Litosiphon* bei den Punctariaceen.

Mitte Januar 1898 fielen mir bereits entleerte Sorusbänder von *Laminaria saccharina* auf, die mit zahlreichen kleinen braunen Flecken betüpfelt waren. Auch die sterile Randzone der *Laminaria* war mit solchen Flecken besetzt und ebenso fanden sie sich auf jungen Laminarien, die Anfang April gesammelt wurden, also zu einer Zeit, wo die REINKEsche Pflanze schon im schönsten Flor ist. Auf dem sterilen Gewebe der Wirtspflanze waren sie schärfer umgrenzt, von rundlichen leicht eingekerbten oder ausgebuchteten Umrissen. Die größten hatten etwa 1,5 mm im Durchmesser und ihre mittleren Partieen erschienen dunkler und stumpfer gefärbt, gegen den Rand der Scheibe hin zerfasert. Es sind die fertilen Teile des Pflänzchens, das aus einer einschichtigen Zellscheibe besteht (Abb. 1 d). Während auf den sterilen Randpartien der alten oder auf den jungen Laminarien die Scheibe geschlossen ist, löst sie sich auf dem Sorusteil der Wirtspflanze, ohne die rund-

liche nur etwas verfließende Gesamtform zu verlieren, in einzelne Fäden auf, die in der Gallertkuppe der *Laminaria*-Paraphysen wuchern. Sorgfältige Querschnitte durch Pflänzchen der sterilen *Laminaria*partien zeigten, daß auch hier die Scheiben nicht auf der Außenfläche des Wirtes wachsen, sondern in der obersten Membran, von der sie, ohne in die tieferen Zellenlagen einzu-

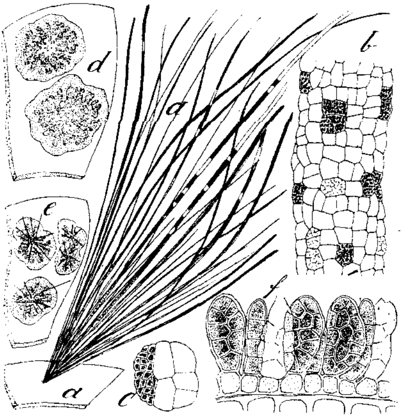


Abb. 1. *Pogotrichum filiforme* Rke. a. Aufrechtes Fadenbüschel vom März in voller Fertilisierung. Vergr. 9 : 1. b. Fadenfragment eines Spätexemplars vom Juni mit eingesprengten plurilokulären Sporangien. Vergr. 300 : 1. c. Querschnitt durch einen Faden wie b. Vergr. 300 : 1. d. Dorsiventrale Scheiben, Frühstadien vom Januar in voller Fertilisierung. Vergr. 9 : 1. e. Wie d, aber bereits mit einigen aufrechten Fäden. Vergr. 9 : 1. f. Vertikalschnitt durch eine Scheibe von d mit dem Wirtsgewebe unten, den vegetativen Zellen der Scheibe (punktiert) und den z. T. jungen oder entleerten plurilokulären Sporangien. Vergr. 600 : 1.

dringen, nur [das feine kutikulaartige Häutchen abheben. Die Sporangien sind fast stets plurilokulär, nur selten und ganz ausnahmsweise unilokulär, von gedrungen ei- oder zitzenförmiger Gestalt und sitzen den vegetativen Zellen der Scheibe oder der Fäden unmittelbar auf (Abb. 1 f). Als mir diese Pflanzen zum ersten Male zu Gesicht kamen, hielt ich sie für eine Myrionemacee oder

eine Art von *Phaeostroma*. Aber sehr bald fand ich Scheiben, aus deren zentralem fertilen Teile sich aufrechte monosiphone Fäden erhoben (Abb. 1 e), und im weiteren Verlaufe der Untersuchung ergab sich, daß mit vorschreitender Saison Scheiben mit aufrechten Fäden, die schließlich zu *Pogotrichum*büscheln heranwuchsen, immer häufiger wurden. Wenn auch bereits im Januar und Februar aus denselben Scheiben, die mit plurilokulären Sporangien bedeckt sind, aufrechte Fäden emporsprossen können, so kommen andrerseits doch noch im April Scheiben vor, die nur Basalsporangien und keine aufrechten Triebe tragen (vgl. oben). Hier dürfte es sich um eine zweite ebenfalls dorsiventrale Generation handeln, die aus Zoosporen der ersten Januar- oder Februargeneration gekeimt ist. Es laufen offenbar folgende Entwicklungsmodi promiscue neben einander her: einmal können die fertilisierten Januar-Februar-Scheiben späterhin aufrechte Fäden erzeugen, die allmählich heranwachsen, so daß dasselbe Individuum erst scheibenförmig ist, um dann büschelförmig zu werden und vielleicht ein Alter bis zu 5 Monaten zu erreichen. Nebenher keimen aber die aus den Januar-Februar-Scheiben frei gewordenen Zoosporen sofort zu neuen Scheiben aus, die ebenfalls erst Basalsporangien erzeugen und späterhin fertile aufrechte Triebe hervorbringen können. Zoosporen dagegen, die bei weiter vorgeschrittener Saison keimen, entwickeln sich offenbar zu Scheiben, die ohne Basalsporangien zu bilden gleich zur Entsendung aufrechter Sprosse schreiten. Wenigstens fand sich bei den Spätexemplaren von REINKE keine Andeutung von Prosporie, auch wird der Umfang der neuen Scheiben gegen Ende des Frühlings auf Kosten der aufrechten Sprosse immer geringer, so daß die Scheibe schließlich nur noch als winziges Haftorgan dient.

Diese Verhältnisse erschienen mir schon damals von besonderem Belange, da sie uns einen Fingerzeig geben, auf welchem Wege die eigentümliche Trennung in zwei Phasen der Entwicklung, eine dorsiventrale niederliegende und eine aufrechte, wie wir sie bei *Cutleria* verwirklicht finden und als Generationswechsel bezeichnen, und auf welchem Wege möglicherweise der Generationswechsel im Pflanzenreiche überhaupt zustande gekommen ist. Die Vermutung lag ja nahe, daß die Cutleriaceen nicht das einzige Beispiel eines Generationswechsels bei den Phaeosporeen sein würden. Der erste Schritt zu einem solchen ist offenbar bei *Pogotrichum* gemacht. Wir haben hier in der Entwicklung zwei Phasen, deren morphologische Verschiedenheit augenfällig ist, die dorsiventrale Scheibe und den aufrechten radiären Thallus. Auch ein zweiter

Schritt ist bereits getan, denn die Phasen brauchen nicht an demselben Individuum zu verlaufen, sondern können auf zwei voneinander abstammende Individuen verteilt sein, also völlig getrennt verlaufen. Aus der keimenden Spore entsteht in diesem Fall ein Individuum von dorsiventral-scheibenförmigem Bau, das zur Sporangienbildung schreitet und damit seine Entwicklung abschließt. Aus den Sporen dieser Generation keimt zwar wieder eine Scheibe, die aber, klein bleibend, sich nicht mehr zu fertilisieren braucht, sondern nur noch als Haftorgan aufrechter und radiär gebauter Fäden erscheint, die büschelförmig vereinigt mit der Haftscheibe das neue Individuum darstellen. Wir sehen nun, daß neben den plurilokulären besonders bei den aufrechten Pflanzen auch unilokuläre Sporangien vorkommen. Wir wissen andererseits, daß, wo geschlechtliche Fortpflanzung bei den Phaeosporeen auftritt, die Sporen aus plurilokulären, nicht aus unilokulären Sporangien zu einem Geschlechtsakt befähigt sind. Wäre nun auch noch der dritte Schritt gemacht und trügen die scheibenförmigen Pflanzen etwa nur ungeschlechtliche unilokuläre, die aufrechten dagegen nur plurilokuläre und zwar geschlechtliche Sporangien, so hätten wir in *Pogotrichum* ein völliges Gegenstück zu *Cutleria*.

Der Begriff des Generationswechsels ist hier durchaus in dem morphologischen Sinne HOFMEISTERs genommen. Daß wir bei seiner Verquickung mit dem Chromosomenwechsel in die Brüche kommen, habe ich gelegentlich eines Referats mit aller Deutlichkeit hervorgehoben (9). Ich kann mich nur den vortrefflichen Ausführungen BUDERs anschließen, die er neuerdings in diesen Berichten (1) und an anderer Stelle veröffentlicht hat (2).

Pogotrichum ist nicht der einzige Fall von Prosporie bei den Phaeosporeen, wenn auch der prägnanteste. Schon 1899 wies ich auf ähnliche Erscheinungen bei *Ectocarpus tomentosoides* hin, bei dem der entwickelten Pflanze eine *Myrionema*phase vorangeht, und zeigte, daß sich bei *Asperococcus scaber* die Haftscheibe mit plurilokulären Sporangien bestecken kann. Seitdem fand ich die *Myrionema*phase bei den *Ectocarpus*arten allgemein verbreitet und auch in anderen Familien ein fertiles Durchgangsstadium niederer Organisation. Auch bei den Florideen gibt es Anklänge an Prosporie, schon 1899 machte ich auf MAGNUS' *Rhodochorton membranaceum* aufmerksam und 1912 wies ich für *Nemastoma Bairdii* nach, daß sich auf dem Squamariaceenartigen Basallager zahlreiche Tetrasporangien entwickeln können, während die aufrechten Triebe erst als rundliche Kuppen angedeutet sind.

Die plurilokulären Sporangien der dorsiventralen Frühgenera-

tion von *Pogotrichum* erzeugen, wie ich schon 1899 anzeigte, Schwärmer von normalem Bau, die nicht kopulieren. Nachdem die Arbeit zum Druck gegeben war, habe ich die Entleerung dieser Sporangien und ebenso den Austritt aus den plurilokulären Sporangien aufrechter Pflanzen weiter verfolgt. So experimentierte ich am 8. Mai 1899 mit Exemplaren, die bereits alle Merkmale der Spätform aufwiesen, also nur noch eingesprengte Sporangien besaßen. Abends um $^1/_2$7 Uhr wurden einige Feuchtkammerpräparate angesetzt, die am nächsten Morgen um 9 Uhr Scharen zur Ruhe gekommener oder bereits in der ersten Keimung befindlicher Sporen

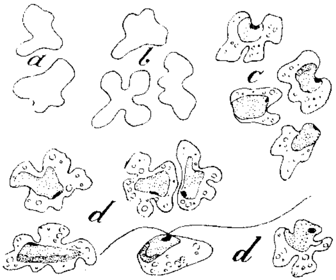


Abb. 2. *Pogotrichum filiforme* Rke. Erste, höchstens 24 Stunden alte Keimstadien der Zoosporen aus plurilokulären Sporangien, a, aus den Prostadien, Aussaat 3. II. 1903, b, aus den vollfertilisierten aufrechten Büscheln, Aussaat 22. III. 1900, c, aus der Spätform, 12. V. 1899, d, aus der Spätform, 15. V. 1904, dazwischen ein Schwärmer. Vergr. sämtlich 1500 : 1.

zeigten. Die Umrisse bei diesen waren nicht rundlich, sondern ausgebuchtet oder zackig, am Chromatophor war der Augenpunkt noch unversehrt sichtbar (Abb. 2 c). Leider gingen die Kulturen zu grunde. Am 22. März 1900 wurde neues Material besorgt, diesmal von Büscheln, die im Höhepunkt der Fertilisierung, also im *Leptonema*stadium standen. Bruchstücke aus verschiedenen Büscheln wurden vormittags um 11 Uhr im hängenden Tropfen von 4 Fruchtkammern vereinigt, 3 davon zeigten um 1 Uhr ziemlich reichlichen Austritt. Nachmittags um 4 Uhr war ein großer Teil zur Ruhe gekommen, dazwischen fanden sich aber noch schwärmende Sporen.

Am nächsten Morgen um 9 Uhr (23. März) war in 3 Präparaten das Schwärmen infolge erneuten Austritts sehr lebhaft, im 4ten weniger reichlich. Die Schwärmer unterschieden sich in Größe und Bau nicht von den früheren der *Leptonema-* und der Spätform. Von den zur Ruhe gekommenen waren die allermeisten bereits in Keimung, ihre Umrisse wie bei der Keimung von 1899 sternförmig (Abb. 2 b). Eine Kopulation fand nicht statt, die weiteren Stadien wurden nicht verfolgt. Am 2. Februar 1903 wurden einige Feuchtkammern angesetzt, die mit den scheibenförmigen Frühpflanzen beschickt wurden. Nach 24 Stunden war die erste Keimung sichtbar (Abb. 2 a). Endlich wurden am 14. Mai 1904 nochmals eine Aussaat von Spätformen gemacht. Sie ergaben nach 24 Stunden ebenfalls die bekannten sternförmigen Keimlinge (Abb. 2 d). Die Aussaaten, die recht reichlich waren, wurden, da ich verreisen mußte, sich selbst überlassen und lieferten am 11. August 1904 die in Abb. 3 abgebildeten Zwergpflanzen, die in mehrfacher Hinsicht von Belang sind. Es sind winzige Pflänzchen, bei denen die Reduktion des vegetativen Teils so weit getrieben ist, daß es nicht einmal zur Ausbildung geschlossener und zerfaserter Scheiben kommt, die aber nichtsdestoweniger reichlich fruktifizieren. Bei a besteht der vegetative Teil nur aus einer einzigen Zelle mit einem Chromatophor, auf ihr sitzt ein oval-zitzenförmiges plurilokuläres Sporangium. Bei b ist nur der rechte obere Teil der vom ursprünglichen Sporenkörper getriebenen Aussprossung fertilisiert worden, sodaß der vegetative Körper aus 2 Zellen besteht. Bei c haben wir eine Kette, die hinsichtlich ihrer Individualität verschiedene Deutungen zuläßt. Sicher ist, daß wir links ein Individuum vor uns haben, das dem bei a entspricht. Das übrige wird wohl am natürlichsten als ein Individuum aufgefaßt mit 3 vegetativen Zellen, von denen die kleine eingeklemmte ein entleertes Sporangium trägt. Allem Anscheine nach schickt sich die Tragzelle an, in die entleerte Hülse ein Ersatzsporangium emporzutreiben. Denkbar ist aber auch die Deutung der Kette als Kolonie von 3 Individuen, die dicht neben einander gekeimt sind und von denen das auf der rechten Seite aus 2 vegetativen noch sterilen Zellen besteht. Bei d wäre die Auffassung der Kette als eines einzigen Individuums mit 5 vegetativen Zellen, 2 entleerten und einem interkalaren Sporangium durchaus annehmbar. Solche interkalar eingesprengten Sporangien, bei denen die Tragzelle selbst fertilisiert wird, kommen bei den Prostadien, die in der freien Natur beobachtet wurden, nicht selten vor (5 Taf. XIII, Fig. 16). Möglicherweise liegt aber auch eine Kette von 2 neben einander

gekeimten Individuen vor, von denen das eine links zwei vegetative Zellen und ein entleertes Sporangium, das andere rechts 3 vegetative Zellen und 2 Sporangien, ein reifes und ein entleertes, trägt. Fig. 3 d läßt sich ganz gut dem Teilstück eines niederliegenden Pflänzchens vergleichen, das auf dem fertilen Sorusteil einer *Laminaria* wächst und bei dem sich die geschlossene Scheibe in einzelne *Streblonema*-artige Fäden auflöst. Ich halte es keineswegs für ausgeschlossen, daß auch in der freien Natur neben den makroskopisch sichtbaren Pflänzchen so stark reduzierte und mikroskopisch kleine

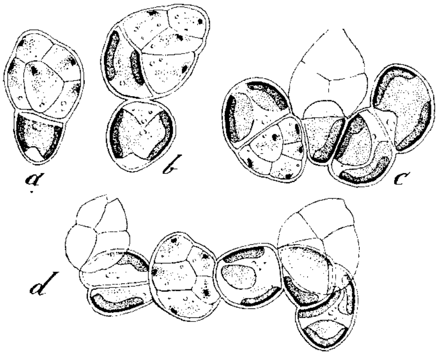


Abb. 3. *Pogotrichum filiforme* Rke. Zwergpflanzen mit plurilokulären Sporangien, Aussaat am 14. V. 1904, Ernte am 11. VIII. 1904. a. Zwergpflanze mit einer vegetativen Zelle und einem Sporangium. b. Zwergpflanze mit 2 vegetativen Zellen und einem Sporangium. c, d. Kettenförmige Zwergpflänzchen mit z. T. entleerten Sporangien. Vergr. sämtlich 1500 : 1.

Zwergpflanzen vorkommen. Nach Analogie könnte man erwarten, daß sie die allerfrühesten Stadien, die vielleicht schon in den Dezember oder gar in den November fallen, darstellen. Der letzte Schritt in der Reduktion wäre, daß die keimende Spore ohne eine vegetative Zelle zu bilden, sich unmittelbar in ein plurilokuläres Sporangium verwandelt. Das würde bei den weiter entwickelten Pflänzchen der Fertilisierung der Tragzelle entsprechen. Beobachtet ist ein solcher Fall, der eine Verknüpfung mit der Fortpflanzung gewisser Chlorophyceen nahe legen würde, nicht.

Es wäre denkbar, daß die Zwergpflanzen ihre geringe Entwicklung der Kultur auf Glas verdanken. Dem dürfte aber die reichliche Fertilisierung widersprechen, ganz abgesehen davon, daß die Tendenz zur Prosporie ja auch bei den normal auf *Laminaria* wachsenden Pflanzen scharf ausgeprägt ist. Wir haben damit einen anderen Gesichtspunkt bereits berührt. Unsere Aussaat ist auch deshalb von Interesse, weil sie zeigt, daß die Zoosporen trotz ihrer endophytischen Lebensweise das Gewebe der Wirtspflanze zur Keimung nicht brauchen, sondern auch auf Glas, also auf einer anorganischen Unterlage zu keimen vermögen. Später, nämlich am 23. März 1906, habe ich *Pogotrichum* vereinzelt auch auf den Muschelkalkfelsen bei der Helgoländer Düne beobachten können. Ein auffallender Punkt bedarf weiterhin noch der Erwähnung. Die ersten etwa 24 Stunden alten Keimstadien sind sternförmig und erinnern an die Keimstadien, die SAUVAGEAU bei den Megasporen von *Myrionema vulgare* beobachtet hat (13 Fig. 10 H). Bei den Zwergpflanzen vom 11. August 1904 hat die stark vergrößerte vegetative Zelle aber rundliche Umrisse. Weitere Kulturen, an denen ich zur zeit verhindert bin, müssen diesen Punkt noch aufklären.

Es entsteht schließlich noch die Frage: Wenn die Spätformen von *Pogotrichum* Ende Juni verschwinden und die ersten Frühpflanzen erst im Januar wieder erscheinen, wo bleibt die Pflanze in der Zwischenzeit? Ich habe sie deshalb in den folgenden Jahren immer im Auge behalten und als ich 1905 bereits am 6. Januar nicht nur voll entwickelte Frühstadien, sondern auch solche fand, die bereits aufrechte Triebe entsandten, war das Vorhandensein der Frühstadien für den Dezember vorauszusehen. Am 17. Dezember 1907 fand ich denn auch auf dem gewohnten Substrat zahlreiche Scheiben, die bereits in voller Fruktifikation standen. Unerwarteter war ein Fund, den ich am 7. Oktober 1910 machte. Auf Thallomen von *Laminaria saccharina*, die bei der Düne gesammelt wurden und die mit verschiedenen echten *Myrionema*-Arten besiedelt waren, fanden sich ganz vereinzelt auch aufrechte Fäden von *Pogotrichum*, die zwar meist monosiphon, an der Spitze aber fertilisiert waren. Die Fäden ähnelten Zweigen von *Pylaiella litoralis* mit endständigen Ketten plurilokulärer Sporangien. Nach diesen Befunden vermute ich, daß die unscheinbaren Scheibenpflanzen auch in der Zeit vom Juli bis zum November vorhanden sind, daß sie aber wegen der dann reichlichen *Myrionema*vegetation auf den Laminarien leicht übersehen werden und bei günstiger Witterung ausnahmsweise aufrechte Fäden entwickeln können.

Der Sommer 1910 war ungewöhnlich kalt und unfreundlich, während im Oktober warmes sonniges Wetter von ganz sommerlichem Charakter einsetzte und während des ganzen Monats anhielt. Die Spätformen des Juni würden also im Juli wieder von den sogenannten Frühstadien abgelöst werden. Dazu stimmt sehr schön ein Fund, den ich bereits am 25. Juni 1903 machte, wo ich auf dem Kalbertan bei der Düne scheibenförmige Pflanzen auf den diesjährigen Thallomen *Laminaria saccharina*, der sog. *F. Phyllitis*, sammelte. Dort wuchs sie zusammen mit einer *Myrionema*art und war in voller Fruktifikation. Das sofortige Auskeimen der Zoosporen auch bei den Spätpflanzen macht ein solches Verhalten von vornherein wahrscheinlich.

THURET hat zuerst, 1851, die Zoosporen von zwei Laminariaceen, *Laminaria saccharina* und *Saccorhiza bulbosa* beobachtet und auch über ihre Keimung kurz berichtet (19). Die Zoosporen sind von normalem Bau, auch die Keimung schien keine Besonderheiten zu bieten und erfolgt stets ungeschlechtlich. Später erschienen Arbeiten von WILLIAMS (1900 u. 1912, 20 u. 21), DREW (1910, 3) und KILLIAN (1911, 4). DREW behauptet, die Kopulation der Zoosporen gesehen zu haben und macht dabei sehr auffallende Angaben auch über ihren Bau. Auf Grund eigener Beobachtungen konnte ich in einem kritischen Referat über diese Arbeiten die älteren Angaben bestätigen (6), wurde aber doch veranlaßt, im November 1910 den Gegenstand erneut zu untersuchen. Kurze Mitteilungen über beide Beobachtungen wurden bereits 1912 von mir veröffentlicht (8).

Als bequemstes Objekt bot sich mir bei Helgoland *Laminaria saccharina* dar. Sie erzeugt ihre mit Paraphysen untermischten und zu bandförmigen Sori vereinigten Sporangien, die stets unilokulär sind, im Winter und fertile Thallusstücke, die man aus dem Freien ins geheizte Zimmer bringt, entlassen ihre Schwärmsporen in ganzen Wolken. Wegen der Reinheit des Materials und der Massenhaftigkeit und Leichtigkeit des Austritts habe ich für das Auffangen der Schwärmer nicht den hängenden Tropfen der Feuchtkammer verwandt, der immer etwas ungünstige Verhältnisse bietet, sondern die Schwärmer auf Objektträgern aufgefangen, die an Korken in das von Schwärmern braune Wasser gehängt wurden. Nach dem Festsetzen der Schwärmer wurden die Objektträger in reines Wasser übertragen. Ihr Bau bietet keine Besonderheiten,

was darüber zu sagen war, mag in meinem oben zitierten Bericht nachgelesen werden, wo sich auch eine Abbildung befindet (8, p. 178 Taf. VIII, Fig. 8).

In einer am 24. November 1910 gemachten Aussaat zeigten die abgerundeten und mit Membran umgebenen Schwärmer alsbald die bereits von THURET abgebildete Protuberanz, die zum Keimschlauch auswächst. Sehr bald beginnt der Zellinhalt aus dem Sporenkörper in den keulenförmigen Schlauch herüber zu wandern und schließlich befinden sich die nun in der Mehrzahl vorhandenen Chromatophoren mit dem Plasma im Keimschlauch, während der rundliche Sporenkörper fast leer erscheint. Es folgt dann die erste Querwand. Ein solches Stadium mit noch zylindrisch-keulenförmigem Keimschlauch ist auch bei den THURETschen Figuren

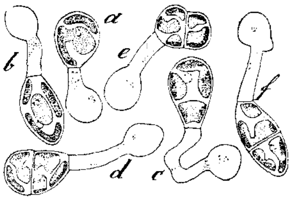


Abb. 4. *Laminaria saccharina* (L.) Lmx. Keimpflänzchen aus Zoosporen unilokulärer Sporangien, Aussaat am 24. XI. 1910, Ernte am 13. XII. 1910. a—c Embryosporen mit einzelligem jungem Protballium, d—f desgl. mit zweizelligem jungen Prothallium. Vergr. sämtlich 1200 : 1.

zu erkennen. Diese gleichsam indirekte Keimung, da die Spore nicht in den Keimling einbezogen wird, sondern als farblose Schale liegen bleibt, habe ich in ähnlicher Weise auch für *Nemoderma tingitanum* beschrieben (7. p. 129 f., Taf. VI, Fig. 31—34). Über das Verhalten der Kerne habe ich bei *Nemoderma* berichtet, daß in dem ursprünglichen Sporen- bez. Eikörper ein wandständiger Kern, dem etwas Plasma und Physoden, zuweilen auch noch ein zurückgebliebener Chromatophor beigefügt sind, zurückbleibt. Auch die Sporenhülsen bei *Laminaria* besitzen zweifellos einen Zellkern (vgl. unten den Bericht über SAUVAGEAUSs Arbeiten). In der Sporenhülse und in dem anschließenden Schlauchstück waren die Chromatophoren entfernt, nur einige Plasmareste waren hier

und da noch ohne weitere Färbung sichtbar. Die näheren Einzelheiten, die bei der verhältnismäßig schwachen Vergrößerung der THURETschen Figuren nicht zu erkennen sind, gibt unsere Fig. 4, die weiter vorgeschrittene Stadien darstellt. Sie wurden am 13. Dezember 1912 geerntet, sind also 3 Wochen alt. Der Keimschlauch mit den beiden Chromatophoren, die eine weitere Teilung einleiten, schwillt kugelförmig an (Fig. 4a) und streckt sich dann von neuem (Fig. 4b, c), um darauf die zweite Querwand zu bilden (Fig. 4d—f). Das vom Keimschlauch unbenutzt gebliebene Stück ist bald länger, bald kürzer, bald gerade, bald stark gewunden (c). Leider gingen die Kulturen durch Bakterien zugrunde. Die erzielten Stadien schienen mir aber darauf hinzudeuten, daß ähnlich wie bei *Chorda Filum* ein niederliegender wenigzelliger Vorkeim, eine Art Protonema entsteht, aus dem dann entsprechend den Figuren im „Atlas deutscher Meeresalgen" und den Figuren von DREW mehrere aufrechte Sprosse hervorgehen. Auf die Übereinstimmung des *Laminaria*-Keimlings mit dem *Chorda*-Protonema hat auch KILLIAN hingewiesen.

Die unerwartete Entdeckung einer geschlechtlichen, mikroskopisch kleinen Zwischengeneration bei den Laminariaceen ist ein Verdienst SAUVAGEAUS. In günstigerer Lage wie ich, der ich bei Ausbruch des Krieges Helgoland verlassen mußte, knüpfte er an die eigentümliche Entwicklung von *Saccorhiza* an, um, einmal auf die merkwürdigen Zwergpflänzchen aufmerksam geworden, auch andere Laminariceen in den Kreis seiner Betrachtung zu ziehen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in 5 kleinen, trotz aller notwendigen Einzelheiten doch mehr vorläufigen Charakter tragenden Arbeiten niedergelegt, über die ich im folgenden kurz berichte. Sie sind besonders deshalb so erfreulich, weil sie ganz neue und interessante Ausblicke auf die Naturgeschichte der Phaeosporeen eröffnen und zugleich zeigen, daß in jener Richtung, die ich beim Studium von *Pogotrichum* verfolgte, ein weites fast unbekanntes Gebiet liegt.

In den beiden ersten Arbeiten über *Saccorhiza bulbosa* werden zwar auch die ersten Keimungsstadien sorgfältig beschrieben, von einer geschlechtlichen Zwerggeneration verlautet aber noch nichts. Das Hauptinteresse liegt hier in der Entwicklung der bereits bekannten aufrechten Thallome von ihrem Jugendzustand an, wobei in der ersten Arbeit (14) die makroskopische Entwicklung, in der zweiten (15) die Zellteilungen der jüngsten Stadien beschrieben werden. Hier werden bereits die weiblichen, aus der Zoospore keimenden Zwergpflanzen sehr genau und zutreffend geschildert,

in ihrer Bedeutung werden sie aber erst in der dritten Arbeit (16) erkannt, nachdem SAUVAGEAU entdeckt hatte, daß die Zoosporen noch zu einer anderen Art von Zwergpflanzen auskeimen, die nur als männliche gedeutet werden können. Da die Zoosporen schon vor dem Austritt im unilokulären Sporangium selbst keimen können, so ließ sich der Beweis erbringen, daß aus demselben Sporangium sowohl männliche als auch weibliche Zwergpflanzen hervorgehen können. Der Vorgang ist nun folgender: Die zur Ruhe gekommene, einem unilokulären Sporangium der großen aufrechten Pflanze entstammende Zoospore umgibt sich mit einer Membran und vergrößert sich unter Teilung der Chromatophoren, aber Wahrung ihrer Form. Sie tritt in das Stadium des „Embryospors". Der obere Teil wölbt sich schlauchartig empor und nach einer gewissen Zeit wird der gesamte Inhalt als nackte etwas längliche Masse durch eine Öffnung der vorquellenden Membran nach oben herausgepreßt. Zuweilen teilt sich der Embryospor in 2 Zellen, dann schlüpft der Inhalt der oberen oder vorderen Zelle aus; oder es entsteht ein monosiphoner Faden, dann entleert sich wieder die vorderste Zelle, doch können auch die zurückgelegeneren Zellen weiter wachsen und ihren Inhalt entleeren. Auf diese weiblichen Zwergpflanzen bezogen sich die Angaben der zweiten Arbeit. Die Zoosporen oder Embryosporen, die die männlichen Zwergpflanzen liefern, vergrößern sich nur wenig, werden durch Querwände zu 2- oder wenigzelligen Fäden und gliedern das Antheridium erst als wulst-, dann als ei- oder kegelförmige, mit einem kleinen Schnabel versehene Zelle ab, die, sehr viel heller als der vegetative Teil, nur ein Spermatozoid enthält. Die Antheridien, die ausgesprochen protandrisch sind, stehen einzeln oder zu mehreren oder in kleinen Haufen. Der Austritt und die Befruchtung wurden nicht beobachtet, doch fanden sich in den Präparaten bewegliche, mit zwei seitlichen Zilien versehene Körper vom Aussehen gewisser *Cystosira*spermatozoideen, die wohl sicher zu *Saccorhiza* gehören. — Ganz ähnlich verhalten sich *Laminaria digitata* (*flexicaulis*) und *L. saccharina*, denen die vierte Arbeit gewidmet ist (17). Nur verläuft die Keimung der Zoosporen hier indirekt, sowie ich es oben nach den Kulturen vom 24. November 1910 geschildert habe. Die zur Ruhe gekommene noch nicht vergrößerte Zoospore treibt einen Schlauch, dessen angeschwollenes Ende sich nach Aufnahme des einen Tochterkernes und der sich teilenden Chromatophoren durch eine Querwand abtrennt. Die ursprüngliche Spore mit dem anderen Tochterkern stirbt allmählich ab. Der weitere Verlauf ist ähnlich wie bei *Saccorhiza*. Die Anlage der Antheridien an den gedrungenen,

wenigzelligen oder mehr fadenförmigen Zwergpflänzchen tritt in der Regel sehr frühzeitig ein, in anderen Fällen verzweigen sich die Fäden sehr stark, ehe sie Antheridien bilden. Der Inhalt des einzelnen Antheridiums erscheint fast farblos, besitzt jedoch einen oder zwei sehr blasse reduzierte Chromatophoren. Auch bei den weiblichen Pflanzen, die etwa in gleicher Anzahl wie die männlichen erzeugt werden, haben wir starke Verschiedenheiten in der Ausbildung, zuweilen verwandelt der zweizellige Embryospor ohne weitere Teilung das chromatophorenhaltige distale Stück in ein Oogonium, dann ist der Eikern gleich dem halben Zoosporenkern, oder es entstehen kürzere oder längere verzweigte Fäden, deren Enden zu Oogonien werden. Die Chromatophoren und der übrige Zellinhalt häufen sich im distalen Ende an, die Membran besonders an der Kuppe schwillt an und reißt. Das herausgetretene Ei keimt unmittelbar an der Mündung des Oogons, die sich wieder schließt und dem jungen Keimling als Träger dient. Das basale Rhizoid wächst dann in das leere Oogonium hinein, wie man es schon an THURETs Abbildung sehen kann (19, Pl. 30. Fig. 10). — Die fünfte und letzte Arbeit (18) von SAUVAGEAU endlich beschäftigt sich mit der als einzigem südlichen Vertreter der „Costatae" zu einer anderen Gruppe gehörigen *Alaria esculenta*. Die ersten Stadien der keimenden Zoospore, des Embryospors, verlaufen durchaus wie bei *Laminaria*, der zurückbleibende Kern bleibt jedoch, von etwas Plasma und einem Chromatophor oder Chromatophorenbruchstück begleitet, am Leben. Bald bleibt der Embryospor klein und vom Prothallium leicht unterscheidbar, bald wächst er kräftig heran und die beiden Teile unterscheiden sich dann nur durch eine leichte Einschnürung und die Querwand. Schließlich kann auch dieser Unterschied schwinden und beide Teile nehmen an der Bildung des Gametophyten im gleichen Maße Anteil. Bleibt in diesem Falle der Keimschlauch selbst schmal, um später abzusterben, so haben wir als Ergebnis zwei getrennte gleichwertige Prothallien. Besonders leicht sind diese Unterschiede bei den weiblichen Zwergpflanzen zu verfolgen, bei den männlichen werden sie durch die frühzeitige Fertilisierung verwischt, denn auch *Alaria* ist wie die anderen Arten protandrisch und zwar bis zu dem Grade, daß der Embryospor schon Antheridien erzeugt, während das eigentliche Prothallium noch steril ist. Sonst stimmen die männlichen Zwergpflanzen mit denen der anderen Arten überein, auch bei den weiblichen herrscht weitgehende Übereinstimmung, nur daß von den verlängerten Zellen gewisse steril bleiben und kriechende Fäden entsenden, die dann wieder teils sterile, teils

fertile Zellen bilden. Besonders mehr isoliert liegende weibliche Embryosporen neigen zu einer frühzeitigen Fertilisierung. Die Entdeckung einer geschlechtlichen Zwischengeneration bei dieser Gruppe würde gestatten, die von YENDO und OKAMURA beobachteten Zwischenformen der *Undaria undarioides*, ebenfalls einer Angehörigen der Costatae-Gruppe, auf Kreuzung zurückzuführen, wie sie für die systematische Beurteilung der Laminariaceenformen überhaupt von Wichtigkeit ist.

Die genannten Arten und wahrscheinlich alle Laminariaceen sind danach heterogam geschlechtlich mit Generationswechsel. Die große, bisher allein bekannte, unilokuläre Sporangien tragende Pflanze ist der Sporophyt. Die Zoosporen bilden einen Embryospor, aus dem eine selbständige, prothalliumartige, mikroskopisch kleine, getrennt geschlechtliche Gametophytengeneration hervorgeht. Das frei werdende unbewegliche Ei keimt unmittelbar nach der mutmaßlichen Befruchtung zur jungen Laminariacee aus.

KYLIN hat 1916 für die Prüfung dieser Ergebnisse Material von *Laminaria digitata (flexicaulis)* untersucht, das er sich von Kristineberg schicken ließ (10). Seine Aussaaten lieferten die gleichen Zwergpflanzen wie die SAUVAGEAUS. Besonders lehrreich sind seine Figuren der Zoosporenkeimung, in denen der Zellinhalt berücksichtigt ist. Doch wird über das Verhalten der Kerne nichts angegeben. Die männlichen Gametophyten bestehen aus unregelmäßig verzweigten Fäden, an denen sich die Antheridien einzeln oder zu zweien entwickeln. Bei den weiblichen Gametophyten walten die oben geschilderten Verschiedenheiten ob. Es folgen dann noch einige Mitteilungen über die Entwicklung des Sporophyten.

Den Austritt der Spermatozoiden und die Befruchtung des Eies haben die Verfasser bei keiner der behandelten Arten gesehen. Für seine Angaben über frei beobachtete Spermatozoiden bei *Saccorhiza* wird SAUVAGEAU selbst weitere Beobachtungen wünschen, um so mehr als die Angaben über den Inhalt der *Laminaria*antheridien einen etwas anderen Bau erwarten ließen. Der Vorgang der Befruchtung wird voraussichtlich bei der Größe der Eier recht schwierig zu verfolgen sein. Ebenso wird die Beantwortung der Frage, ob die Eier auch parthenogenetisch keimen können, nicht leicht sein, da männliche und weibliche Gametophyten durcheinander wachsen.

Auch mir ist es nicht gelungen, diese Lücken auszufüllen, als ich im Frühjahr dieses Jahres an eine Nachuntersuchung ging, die sich auf *Laminaria saccharina* bezog. Nach verschiedenen Miß-

erfolgen gelang es, Thallusstücke mit reifen Sori aus Helgoland so frisch nach Berlin zu bekommen, daß eine Aussaat möglich war. Die feuchtverpackten Proben waren gegen 2×24 Stunden unterwegs, dennoch wurden die Sporenmassen aus den reifen Sporangien recht häufig herausgepreßt, aber die Beweglichkeit der Zoosporen war sehr gering. Niemals waren sie im hängenden Tropfen der Feuchtkammer so häufig und lebendig, daß sie sich in einen Kranz am Rande des Tropfens festsetzten. Wohl sah ich in den Präparaten eine ganze Anzahl normal beweglicher Schwärmer, sehr viel häufiger war aber der Fall, daß sie nach einigen trägen Bewegungen zur Ruhe kamen, noch häufiger unterblieb die Abspaltung der Zilien und es kam überhaupt nicht zum Schwärmen. Dennoch war das Aussehen dieser „unbeweglichen Schwärmer“ durchaus normal und lebenskräftig. Wurden die Böden größerer Glasgefäße mit Objektträgern belegt und darüber die ganzen Thallusstücke ausgebreitet, so pflegten während der Nacht die Sporen in Masse ausgestoßen zu werden und auf die Objektträger niederzufallen. So konnten in der zweiten Märzhälfte eine ganze Anzahl von Kulturen angesetzt werden, aber nach den schlechten Erfahrungen, die ich mit einer sofortigen Kontrolle machte, überließ ich die Kulturen einige Zeit sich selbst und dies ist der Grund, weshalb ich hier über die ersten Keimstadien nicht ausführlicher berichten kann. Die Kulturgefäße standen in einem schwach geheizten Zimmer mit etwa 10° C Lufttemperatur. Objektträger, die in der angegebenen Weise Sporen aufgefangen hatten und zur Kontrolle ins warme Zimmer gebracht wurden, zeigten Haufen abgerundeter Sporen, von denen einige, die wahrscheinlich erst in den frühen Morgenstunden aus den Sporangien ausgestoßen waren, in schwache Bewegung gerieten. Die Objektträger wurden dann in Kulturgefäße mit reinem Seewasser übertragen. Auf anderen Objektträgern, die 3 Tage vorher ausgelegt waren, fanden sich bereits einige Keimstadien der in Fig. 5 bei a abgebildeten Form. Da SAUVAGEAU für *Laminaria saccharina* und *digitata* indirekte Keimung angibt, da ich selbst diese Keimungsart auch im November 1910 feststellte und KYLIN sie bestätigt hat, so werden auch die Helgoländer Märzsporen ganz allgemein in dieser Weise gekeimt sein. Bei den älteren von mir gezogenen Zwergpflänzchen war meist keine Spur der Sporenhülse oder des Embryospors zu erkennen, die Prothallien machten daher den Eindruck, als ob sie direkt gekeimt wären wie diejenigen von *Saccorhiza*. Nur in einem Falle sah ich bei einem männlichen Pflänzchen eine leere Zelle, die nur als ursprüngliche Sporenhülse

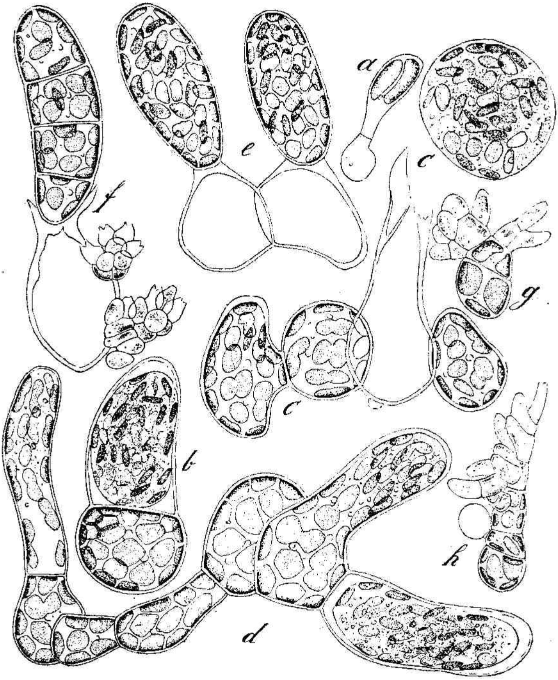


Abb. 5. *Laminaria saccharina* (L.) Lmx. Zwerggeneration aus Zoosporen unilokulärer Sporangien, Aussaat in der letzten Märzwoche 1917, Ernten bei a nach 3 Tagen (26. III.), bei den andern um Mitte April 1917 nach 2—3 Wochen. a Embryospor mit jungem einzelligen Prothallium. b. Weibliches Prothallium mit einer vegetativen Zelle und einem Oogonium. c. Fadenförmiges weibliches Prothallium oder Individuenkette mit entleertem Oogonium. Das abgerundete Ei hat sich von der Mündung abgelöst. d. Fadenförmiges weibliches Prothallium mit 2 jungen und einem fast reifen Oogonium. e. Zweizelliges weibliches Prothallium. Beide Zellen sind zum Oogonium fertilisiert und haben ihren Inhalt ausgestoßen. Der noch einzellige Keimling verschließt die Mündung. f. Einzelliges weibliches Prothallium entleert mit 4-zelligem Keimling auf der Mündung. Rechts am Oogonium zwei männliche Prothallien mit z. T. entleerten Antheridien. g. Männliches Prothallium von gedrungener Form. h. Männliches Prothallium kurz-fadenförmig. Links der alte Sporenkörper. Vergr. sämtlich 1200 : 1.

gedeutet werden kann (Abb. 5 h), in einem andern Falle bei einer entleerten Oogonienhülse einen wohl als Keimschlauchrest zu deutenden Anhang (Abb. 5 c). Übrigens gibt SAUVAGEAU ja ihr baldiges Absterben an.

In meinen Kulturen waren die männlichen und die weiblichen Prothallien gleich zahlreich und wuchsen dicht durch einander gedrängt. Die in Abb. 5 bei b—h dargestellten Zwergpflänzchen waren durchschnittlich 2—3 Wochen alt. die Aussaat fand gegen Ende März, die Ernte um die Mitte des April statt. Häufig begnügt sich der Embryospor mit der Abschnürung eines einzelligen Zwergpflänzchens oder Prothalliums. Bei den weiblichen Individuen ist die Zelle im Vergleich zum ursprünglichen Sporenkörper stark vergrößert und bei einem Durchmesser von 15—20 μ unregelmäßig kugelförmig oder knollenförmig mit nach oben gewölbter Kuppe. Bei stärkerer Emporwölbung wird die Zelle flaschenförmig. Während die Chromatophoren sich lebhaft teilen, beginnen sie sich übereinander zu schieben und zum Teil ins Zellinnere hineinzurücken. Die tröpfchenförmigen Bestandteile des Protoplasmas werden stark vermehrt, die innere Membran beginnt besonders an der Kuppe zu verschleimen und bei reifem Oogonium, das hier mit dem weiblichen Prothallium identisch ist, löst sich das Ei scheinbar von der Wand ab, doch dürfte der Zwischenraum wie gesagt von der verschleimenden Innenwand erfüllt sein. Schließlich reißt die Membran an der Kuppe und das nackte Ei wird aus dem Schlitz herausgepreßt. Meist bleibt es als ovaler Körper unmittelbar auf der wieder sich verklebenden Mündung liegen, nicht selten *löst es sich aber auch ab und wird vollkommen rund, aber auch* dann entfernt es sich nicht weit von der leeren Oogoniumhülse (Abb. 5 e). Da weder Spermatozoiden noch Befruchtung beobachtet wurden, kann darüber nichts berichtet werden. Die Keimung setzt sofort ein und sehr bald erscheinen die ersten Querwände (Abb. 5 f). Nicht selten sind zweizellige Prothallien, bei denen die untere Zelle steril bleibt, die obere zum Oogonium wird (Abb. 5 b). Zuweilen teilt sich die ursprüngliche Zelle vertikal zum Substrat und es entstehen zwei nebeneinander liegende Zellen, die beide fertilisiert werden können. Einen solchen Fall gibt Abb. 5 e wieder, wo die Eier bereits ausgestoßen sind und, mit Membran umgeben, zu keimen beginnen. Sehr häufig sind schließlich die fadenförmigen, auch von SAUVAGEAU beschriebenen Prothallien, von denen Abb. 5 d eins wiedergibt. Die vom Embryospor zuerst abgeschiedene kugelförmige Zelle hat nach rechts und links Ausläufer getrieben. Nach links zu folgen erst drei sterile Zellen, von denen sich die dritte

am weitesten links gelegene bereits aufrichtet, die vierte schlauchförmig emporgereckte Zelle wird, wie das Übereinanderschieben der Chromatophoren und die Vermehrung der Plasmatröpfchen zeigte, zum Oogonium heranwachsen. Nach rechts zu sind zwei Zellen gebildet, von denen die erste sich nach oben flaschenförmig verlängert hat und wahrscheinlich ganz zum Oogonium ausgebildet werden wird, die zweite distal gelegene dagegen ein bereits fast reifes Oogonium darstellt. Bei diesen kettenförmigen Individuen ist nicht selten die Entscheidung, ob es sich um eine oder mehrere dicht nebeneinander gekeimte Zwergpflänzchen handelt, ähnlich wie bei den Zwergpflänzchen von *Pogotrichum* recht schwierig, wie unsere Fig. 5c zeigt. Für die sterilen Teile sind größere, dicke und polyedrische, für die fertilen etwas kleinere, dünnere und mehr ovale oder rundliche Chromatophoren charakteristisch. Die reifen Eier weisen einige Dutzend Chromatophoren auf.

Bei den männlichen Zwergpflanzen ist die Vergrößerung der ersten vom Embryospor abgeschiedenen Zelle viel weniger erheblich als bei den weiblichen. Die Zelle teilt sich einmal und kann dann sofort zur Bildung von Antheridien übergehen (Fig. 5g), häufig wird aber auch ein kurzer steriler Faden erzeugt oder der Faden wird etwas länger und die Bildung der Antheridien verzögert sich demgemäß. Doch habe ich nie so stark fadenförmige und reichverzweigte männliche Prothallien beobachtet, wie sie SAUVAGEAU und KYLIN abbilden und beschreiben. Die Antheridien selbst drängen sich gewöhnlich zu traubenförmigen Körpern zusammen, der Übergang von den vegetativen zu den fertilen Zellen pflegt dabei ein ganz allmählicher zu sein und die Entscheidung, wo in der immer heller werdenden Zellreihe die Grenze der Fertilität liegt, ist schwierig. SAUVAGEAU und KYLIN fassen die Antheridien als einzellig auf und sprechen von gereihter, benachbarter oder interkalarer Stellung derselben. In meinen Kulturen ist die Anhäufung so ausgesprochen, daß man lieber den ganzen trauben- oder büschelförmigen Komplex als Antheridienstand bezeichnen würde. Die einzelnen Zellen wären dann den Spermatangien der Florideen vergleichbar, für die freilich terminale Stellung durchaus die Regel ist. Da die „Antheridien“ auch interkalar stehen und wenigzellige Ketten bilden können, so scheint mir ihrer Ableitung aus den fadenförmig einreihigen plurilokulären Sporangien der Phaeosporeen nichts im Wege zu stehen. Der Inhalt der männlichen Zellen ist sehr hell, doch sind schwach gefärbte Stellen, die den stark reduzierten Chromatophoren entsprechen, erkennbar. Bei den reifen Fächern dürfte die Einzahl das Nor-

male sein; wo 2 Chromatophoren zu erkennen sind, tritt wahrscheinlich noch eine Teilung ein. Kleine Tröpfchen sind in sehr spärlicher Anzahl beigegeben. Von einem Augenpunkt ist nichts zu bemerken. Die Zellen öffnen sich an der papillenförmig ausgezogenen Spitze, aber den Austritt selbst habe ich trotz reichlicher Beschickung der hängenden Tropfen ebensowenig beobachtet wie frei gewordene Spermatozoiden. Besonders bei den männlichen Pflanzen zeigen die Spitzen der Verästelungen, die sonst fertilisiert wurden, häufig Neigung, in sterile Fäden auszuwachsen.

Die jungen *Laminaria*pflänzchen entwickelten sich in den Kulturen massenhaft und kräftig, ein näheres Eingehen auf sie kann hier unterbleiben, da ich doch kaum etwas Neues darüber bringen könnte.

SAUVAGEAU ist durchaus im Recht, wenn er die Fortpflanzungsverhältnisse der Laminariaceen als Erscheinung ganz besonderer Art betrachtet, die bei den übrigen Phaeosporeen ohne Beispiel ist. Er tritt daher für eine Abtrennung der Laminariaceen ein und hält dafür, daß sie eine besondere, den Fucaceen und Dictyotaceen gleichwertige Gruppe bilden müßten. In der Tat hat das viel für sich, doch sprechen gewisse Gründe dagegen, diese Abtrennung schon jetzt vorzunehmen.

Gewiß sind derartige Verhältnisse, wie sie die Laminariaceen bieten, bisher bei den Phaeosporeen nicht bekannt. Wohl aber bieten die doch noch zu den Phaeosporeen gehörigen Cutleriaceen ein Beispiel für weitgehende geschlechtliche Differenzierung und noch ausgeprägter ist dieselbe bei einigen freilich noch unvollständig bekannten Sphacelariaceen höherer Entwicklungsstufe. Auch ein ausgeprägter Generationswechsel ist, wie ebenfalls die Cutleriaceen zeigen, bei den Phaeosporeen vertreten und schließlich muß zugegeben werden, daß in der Reduktion der dorsiventralen Pflänzchen von *Pogotrichum* zu mikroskopisch kleinen Zwergpflänzchen, wie sie oben geschildert wurde, ein Fall verwirklicht ist, der unwillkürlich an die Zwergpflänzchen der Laminariaceen erinnert. Ein Vergleich unserer Fig. 3 mit Fig. 5 und besonders mit den männlichen Zwergpflanzen von *Laminaria* zeigt ohne Weiteres die Ähnlichkeit dieser mikroskopisch kleinen Zwischengenerationen. Nur daß bei *Pogotrichum*, wie verschieden auch die Generationen vegetativ entwickelt sein mögen, die reproduktive Thätigkeit uniform durch meist plurilokuläre Sporangien mit ungeschlechtlich keimenden Zoosporen vor sich geht. Da aber *Pogotrichum* auch unilokuläre Sporangien besitzt, so hätte die Pflanze immerhin die Fähigkeit zu einem gleichen Entwicklungszyklus wie die Laminariaceen. Es

wurde oben angenommen, die Entwicklung hätte einen Weg genommen, der den Scheibenpflanzen die unilokulären, den aufrechten die plurilokulären Sporangien zuwies. Dann würde der Zyklus dem von *Aglaozonia-Cutleria* entsprechen. Nehmen wir aber umgekehrt an, die aufrechten Pflanzen besäßen nur unilokuläre Sporangien, die niederliegenden dagegen, die nur als Zwergpflänzchen auftreten, nur plurilokuläre Sporangien, deren Schwärmer kopulieren, so hätten wir, von der mehr isogamen Fortpflanzung abgesehen, einen Entwicklungszyklus, der durchaus dem bei den Laminariaceen entspräche.

Bei einer eventuellen Abtrennung der Laminariaceen müßte ferner berücksichtigt werden, daß der vegetative Aufbau der Laminariaceen trotz aller Eigenart und Mannigfaltigkeit in der Ausgestaltung in seinen Grundlinien dennoch bei den Phaeosporeen bereits vorbereitet ist. Der stipofrondale und gleichzeitig interkalare Wachstumsmodus ist auch bei den Phaeosporeen verbreitet, die Differenzierung der Gewebe in der Hauptsache auch schon bei *Chorda* zu finden, der Bau der fertilen peripheren Schicht im Prinzip bei dieser Gattung durchaus so wie bei den Laminariaceen. Die klaffende Lücke, wie sie für die Fucaceen und auch für die Dictyotaceen sowohl in der vegetativen wie in der reproduktiven Organisation gegenüber den Phaeosporeen sich zeigt, wird bei den Laminariaceen vermißt. Das Auftreten von Zwerggenerationen bei einer verhältnismäßig unscheinbaren Pflanze wie *Pogotrichum* ist freilich nicht so überraschend wie bei den gigantischen Laminariaceen und der regelmäßige Wechsel zwischen ungeschlechtlichen Sporophyten und geschlechtlichen Gametophyten ist erst bei den Laminariaceen streng durchgeführt. Es ändert jedenfalls nichts an der Wichtigkeit der schönen Funde von SAUVAGEAU, ja es erhöht ihren Reiz, daß sie für uns in Verbindung mit den Befunden bei *Pogotrichum* ein Fingerzeig sein dürfen, ähnliche Verhältnisse auch bei den anderen Phaeosporeen aufzuspüren[1]).

Kgl. Botanisches Museum, Berlin-Dahlem, Juli 1917.

---

1) Nach Abschluß der Arbeit wird mir das letzte Heft der „Comptes rendus" zugänglich. Es ist vom 21. Mai 1917 datiert und enthält eine Arbeit von SAUVAGEAU „Sur un nouveau type d'alternance des générations chez les Algues brunes *(Dictyosiphon foeniculaceus)*." Die Auffindung von Zwerggenerationen bei dieser echten Phaeosporee bestätigt meine obige, auf *Pogotrichum* fußende Ansicht. Auf diese wie die anderen Arbeiten werde ich näher eingehen, wenn ich meine neueren Untersuchungen in extenso veröffentliche. Hoffentlich liegen mir dafür die ausführlichen Berichte von SAUVAGEAU schon vor.

Literaturverzeichnis.

1. BUDER, J., Zur Frage des Generationswechsels der Pflanzen. 1916. Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. 34, p. 559—576.
2. — —, Der Generationswechsel der Pflanzen. 1916 Monatshefte f. d. naturwiss. Unterricht Bd. IX. p. 1—47 mit 13 Abb. und 10 Entwicklungsschemen.
3. DREW, G. H., The Reproduction and early development of *Laminaria digitata* and *Laminaria saccharina*. 1910. Ann. of Bot. 24. 177—190. Pl. 14—15.
4. KILLIAN, K., Beiträge z. Kenntnis der Laminarien. 1911. Zeitschr. f. Bot. 3. 433—494. Mit 32 Textf.
5. KUCKUCK, P., Über Polymorphie bei einigen Phaeosporeen. 1899. Festschrift für SCHWENDENER. 357—384. Taf. XIII u. 12 Textf.
6. — —, Referat über DREW (s. o.). 1910. Zeitschr. f. Bot. 2. 606 f.
7. — —, Neue Untersuchungen über *Nemoderma*. 1912. In „Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen." Abh. 10. Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen Bd. V, p. 117—152. 8 Tafeln u. 18 Textf.
8. — —, Zur Fortpflanzung der Phaeosporeen. 1912. In „Beitr. z. Kenntnis d. Meeresalgen." Abh. 11. l. c. p. 153—186. 2 Tafeln u. 4 Textf.
9. — —, Referat über SVEDELIUS, N., Zytologisch-entwicklungsgeschichtliche Studien über *Scinaia furcellata*. 1915. (ENGLERs Jahrbücher 1916, Bd. 54, Literaturber. p. 29—31).
10. KYLIN, H., Über den Generationswechsel bei *Laminaria digitata*. 1916. Svensk Bot. Tidskrift. 10. 551—561. Mit 5 Textf.
11. OLTMANNS, F., Morphologie und Biologie der Algen. Bd. I, 1904, Bd. II 1905.
12. REINKE, J., SCHÜTT, F. und KUCKUCK, P., Atlas deutscher Meeresalgen. Heft 2. 1892.
13. SAUVAGEAU, C., Sur quelques Myrionémacées. 1898. Ann. des scienc. nat. Botanique. 8. série T. V. 1—130. Mit 29 Textf.
14. — —, Sur le développement et la biologie d'une *Laminaire (Saccorhiza bulbosa)*. Compt. rend. de l'Acad. d. Scienc. 160. 1915. p. 445—448.
15. — —, Sur les débuts du développement d'une *Laminaire* (*Saccorhiza bulbosa*). l. c. 161. 1915. 740—742. Mit 1 Textf.
16. — —, Sur la sexualité hétérogamique d'une *Laminaire* (*Saccorhiza bulbosa*). l. c. 161. 1915. 796—799. Mit 1 Textf.
17. — —, Sur les gamétophytes de deux *Laminaires* (*L. flexicaulis* et *L. saccharina*). l. c. 162. 1916. 601—604. Mit 1 Textf.
18. — —, Sur la sexualité hétérogamique d'une *Laminaire* (*Alaria esculenta*). l. c. 162. 1916. 840—842. Mit 1 Textf.
19. THURET, G., Recherches sur les Zoospores des Algues. 1851. Ann. des Scienc. 3. Série Botanique 14.
20. WILLIAMS, J. L., Germination of the Zoospore in Laminariaceae. 1900. Rep of the Brit. Assoc. for the Advancement of scienc.
21. — — The Zoospores of the Laminariaceae and their Germination. 1912. l. c.

Sitzung vom 26. Oktober 1917.

Vorsitzender: Herr O. REINHARDT.

Der Vorsitzende teilt mit, daß wir folgende Mitglieder durch den Tod verloren haben: Professor Dr.

R. Braungart

in **München**, verstorben am 7. 4. 1916, Medizinalrat Apotheker

W. Brandes

in **Hannover**, verstorben am 8. 7. 1916 in Hermannsburg und Dr.

Rudolf Seeger,

Assistent am Botan. Institut zu **Innsbruck**, gefallen bei einem Sturmangriff in Südtirol am 31. 7. 1917.

Ferner verstarb nach kurzer Krankheit unser Lithograph Herr **Emil Laue**, der seit 1895 nach dem Tode seines Onkels C. LAUE die Tafeln unserer Berichte in vorbildlicher Weise auf Stein zeichnete.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen von ihren Plätzen.

Als ordentliches Mitglied wird vorgeschlagen Herr Apotheker **Gladbach, Wilhelm** in **Berlin-Wilmersdorf**, Hohenzollerndamm 184 (durch O. APPEL und R. KOLKWITZ).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Damen

Zollikofer, Clara in **Berlin-Dahlem**,
Herrmann, Dr. **Alice** in **Wien**,
Joachimowitz, Marianne, mag. pharm. in **Wien** und Herr
Åkermann, Dr. **Åke** in **Svalöf.**

Ferner teilt der Vorsitzende mit, daß Herr Geh. Rat **Wittmack** am 10. Oktober sein goldenes Doktorjubiläum gefeiert hat. Da der Jubilar an diesem Tage verreist war, wurden ihm vom Vorstand schriftlich die Glückwünsche der Gesellschaft übermittelt. Darauf ist folgendes Dankschreiben eingegangen:

Berlin NW 40, Neues Tor 1,
den 22. Oktober 1917.

An
den Vorsitzenden der Deutschen botanischen Gesellschaft
Herrn Prof. Dr. M. O. REINHARDT
Berlin.

Für die mir im Namen der Deutschen botanischen Gesellschaft anläßlich meines goldenen Doktorjubiläums am 10. Oktober d. J. ausgesprochenen herzlichen Glückwünsche verfehle ich nicht, Ihnen meinen innigsten Dank auszusprechen.

Ich freue mich, Mitglied der Deutschen botanischen Gesellschaft seit ihrer Gründung zu sein und nehme, soweit es meine Zeit erlaubt, regelmäßig an ihren Sitzungen teil, weil mir durch die Referate so viele Belehrung wird und ich durch den Verkehr mit den Fachgenossen, darunter den ersten Koryphäen der Wissenschaft, so viele Anregung erhalte.

In der Hoffnung, daß mir noch einige Jahre zu wirken beschieden sein werden, dankt nochmals herzlichst

Ihr ganz ergebenster

L. WITTMACK.

Satzungsgemäß fand in der Sitzung die Wahl des Berliner Vorstandes für 1918 durch Zettelwahl statt.

Das Ergebnis war folgendes:

Vorsitzender: Herr **L. Wittmack.**
1. Stellvertreter: Herr **P. Lindner.**
2. Stellvertreter: Herr **J. Behrens.**
1. Schriftführer: Herr **E. Baur.**
2. Schriftführer: Herr **H. Harms.**
3. Schriftführer: Herr **H. Miehe.**
Schatzmeister: Herr **O. Appel.**

Redaktionskommission: die Herren **L. Wittmack, E. Baur, H. Harms, H. Miehe, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.**

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Generalversammlung: die Herren **E. Jahn, R. Kolkwitz, P. Claussen, O. Reinhardt, L. Diels.**

Die Geschäfte der Gesellschaft wird wie bisher der Sekretär Herr **W. Wächter** fortführen.

Mitteilungen.

55. Wilhelm Kinzel: Teleologie der Wirkungen von Frost, Dunkelheit und Licht auf die Keimung der Samen.

(Eingegangen am 19. August 1917.)

In diesen Berichten[1]) habe ich die ersten Ergebnisse meiner Untersuchungen über verschiedene Einflüsse auf die Samenkeimung veröffentlicht. Ein Aufenthalt im Bayerischen Walde im Jahre 1908 regte mich zur intensiveren Arbeit namentlich über die Lichtwirkung an. Nach 9jähriger Arbeit sitze ich zum ersten Male wieder in dem Gebirge, von dem diese Arbeit ausging. Als ich damals mit einem ganzen Koffer voll Samenproben den Wald verließ, ahnte ich freilich nicht, daß sich die geplante Arbeit so langwierig gestalten würde. Es ist mir nun eine angenehme Pflicht, von diesem Ruhepunkte in Viechtach aus nach mannigfach abgeänderten Versuchen mit Samen von 900 verschiedenen Pflanzenarten einige Schlußgedanken über den Wirkungswert der beobachteten Erscheinungen für das Leben der geprüften Arten zu bringen. Inzwischen erschien 1912 im Verlage von E. ULMER, Stuttgart, ein Buch über die Wirkungen von Frost und Licht[2]) und einige Nachträge dazu in der Naturwissensch. Ztg. f. Forst- und Landwirtschaft[3]). Von diesen Nachträgen sind zwei als erster Nachtrag zum erwähnten Buche im Sonderdruck bei E. ULMER erschienen, ein weiterer

1) D. B. G. 1907, S. 269, 1908, S. 105 und S. 631, 1909, S. 536.

2) Frost und Licht als beeinflussende Kräfte der Samenkeimung. Verlag E. ULMER, Stuttgart, 1912.

3) Ebendort 1915, Heft 4/5, Heft 10, 1916, Heft 10/11.

Nachtrag ist in Vorbereitung und liegt bereits z. T. im Druck (a. a. O. 1916), und für 4 Druckbogen im Manuskript vor. Nach solchen Vorarbeiten und jahrelangen Kulturversuchen, auch im Freiland, läßt sich wohl eine kurze Schlußsumme über den Zweck solcher im zähen Kampfe um den Wohnraum erworbenen Eigenschaften der verschiedenen Samenarten ziehen. Wenn auch das Teleologische namentlich bei verschiedenen Organanpassungen der Pflanzen — man denke an die Schutzwirkungen — berechtigten Zweifeln begegnet, darf man doch wohl zur weiteren Klärung und Vertiefung der Anschauung die teleologischen Gesichtspunkte nicht aus dem Auge lassen in Fällen, in denen man nach langandauernden sorgfältigen Beobachtungen eine ganze Summe von einzelnen Tatsachen gesammelt hat und den ganzen Weg, das ganze Werden und Fortschreiten der erworbenen Anpassungserscheinungen fast lückenlos überblickt — somit auch ihr Ziel und ihren Zweck. Namentlich im Falle der Lichtwirkung auf die Samenkeimung glaube ich diesen Werdegang der Natur mit sicheren, soliden Bausteinen belegt zu haben. Bei der Wirkung des Frostes auf mannigfache Samenarten liegt ja schon in der ± starken und andauernden Einwirkung, die zur vollständigen Keimung nötig ist (die Steigerung von *Menyanthes trifoliata* etwa zu *Teucrium Botrys*, *T. Chamaedrys*, zu *Gentiana lutea*, *G. pannonica*, *G. punctata* und endlich zu den nur nach stärksten und langdauernden Einwirkungen keimenden Arten (oft bis — 20 °) wie *G. nivalis* und *G. prostrata*, *Adoxa* u. a.), ein Fingerzeig in der Richtung des gesuchten Anpassungszweckes. Schon der Umstand, daß manche solcher Arten, wenn sie in etwas milderen Klimaten wohnen, behufs Keimung dann weniger starker (bis gar keiner) Abkühlung bedürfen, deutet darauf hin, daß hier eine dauernde Auslese der Individuen vorliegt, welche nach Abschluß der ± starken und langen Frostperioden ihrer Wohnbezirke und nach Eintritt der Entwicklungsmöglichkeit ihrer Keimpflanzen den Kampf mit Wind und Wetter, mit Kälterückschlägen am besten aufzunehmen imstande sind. Aus den schließlich nur nach Frost keimenden Samenindividuen gehen naturgemäß auch die am meisten abgehärteten Keimpflanzen hervor, da die übrigen trotz Frostwirkung im Laufe der Zeiten nicht genügend abgehärteten Keimpflanzen immer wieder sterben, bis ein dem Klima des Wohnbezirkes angepaßter Rest übrig bleibt. So entstanden die Frostkeimer. Diese enge kausale Verbindung zwischen Entwicklungsmöglichkeit und Klima läßt sich auch bei der Teleologie der Lichtwirkung erkennen. Ein anderer recht merkwürdiger Entwicklungsgang sei aber inzwischen — nach 1917

endlich günstig gewordener Beobachtungslage — hier beleuchtet. Wie bei *Cuscuta*[1]) und anderen rankenden bzw. lebhafte vegetative Vermehrung aufweisenden Arten die Entwicklung der befruchteten Samenanlagen oft ganz unterbleibt, so ist dies bei *Lysimachia Nummularia* fast zur Regel geworden. Seit 20 Jahren spähe ich nach einer größeren Menge entwickelter Samen dieser Pflanze zu Versuchen und erst dies Jahr erschien mir doppelt günstig für die Entwicklung zahlreicher Samen. Ich schrieb dies schon im Juni einem sammelnden Freunde in der Lausitz. Nach dem starken Winterfroste (Aufschließung von Nährstoffen aus Boden und Wurzel) und namentlich der langdauernden Trockenperiode „müßten wir dies Jahr endlich Glück mit diesen Samen haben"! Nach dieser Ermunterung erhielt ich schon am 10. Juli aus der Lausitz die ersten 50 Samen. Eine Woche später hatte ich dann hier in Viechtach eine sehr günstige Gelegenheit zur weiteren Feststellung der Wirkung obiger hier am Platze überaus ausgeprägt zur Geltung gekommener Bedingungen: einmal der starke Frost im Vorgebirge und dann eine seit Anfang Mai fast ununterbrochen (7 Wochen ganz regenfrei bei anhaltender Sonnenstrahlung) andauernde Trockenperiode — nur wenige kurze Gewitterregen, ein Regentag —; diese Faktoren hatten an trockneren Stellen der Bachränder und Gräben die Ausläuferbildung fast überall stark unterdrückt und bei im übrigen genügend reichlich vorhandenen Nährstoffen einen gedrungenen Wuchs der Pflanzen veranlaßt. Schon am 22. 7. fand ich überall in guter Entwicklung befindliche Samenanlagen statt der üblichen eintrocknenden Kelche und jetzt bei späterem Aufenthalt Ende August überall reife Samen. Die Teleologie dieser Klimaanpassung ist ohne weiteres übersichtlich: das Bestreben der Pflanze sich bei etwa gar durch anhaltende Dürre unterdrückten und getöteten Pflanzen doch noch für künftige geeignetere Zeiten in Form von Samen fortzupflanzen. Fast ebenso klar liegt die Teleologie der Lichtwirkung vor Augen. Die mehrfach von mir angeführten Samen von *Sedum acre* gewöhnen sich wie die vieler anderer Arten ganz an die Belichtungsverhältnisse ihrer Standorte. Da, wo sie regelmäßig z. T. tief verschüttet werden (Dünensand), keimen die Samen solcher Pflanzen schon in wenigen Stunden im Dunkeln und anfangs dort sogar rascher; nur die Hälfte der Samen (von der Insel Röm 53 pCt.) konnten des Lichtes zur Keimung nicht entraten und lagen in D. viele Jahre ungekeimt.

---

1) Eben beobachte ich diese Erscheinung hier auch bei den Früchten der Brombeeren, aber viel weniger stark als in anderen Jahren.

Viel langsamer (erst in 2—3 Jahren vollständig) und fast nur im Licht (3—6 pCt. in D. nur) keimen die Samen derselben Art von kurzberasten Stellen (Böschungen) mit bindigem Boden. In einem Versuche mit solchen Samen erschienen in D. erst nach $1^1/_3$ Jahren 6 pCt. Keime und später nicht mehr. Der Rest von 94 pCt. lag 7 Jahre auf feuchtem Fließpapier in D. keimbereit und keimte jetzt (1917) sofort nach der Belichtung in 3 Wochen bis aufs letzte Korn aus. Noch merkwürdiger war die Wirkung sehr später Belichtung bei den im Jahre 1907 in Arbeit genommenen Samen von *Aquilegia atrata*. Diese Samen (vom Hochgern 27. 9. 7.) keimten im November/Dezember 1907 im Licht von 1—14 pCt., im Februar 8—15 pCt, April—Juli 8 von 16—57 pCt. und dann 3 Jahre lang stets *immer nur im März* (1909 bis 61 pCt., 1910 bis 63 pCt., 1911 bis 79 pCt.) und endlich beginnend vom März 1912 bis 20. 6. 1912 bis 100 pCt. In D. dagegen erschienen erst nach über 1 Jahr im Oktober/November 8 (des zweiten Jahres) lediglich 10 pCt.

Die übrigen 90 pCt. lagen nun 10 Jahre lang im ganzen bis 25. 6. 1917 auf feuchtem Fließpapier in tadelloser Frische ungekeimt in D. Nach der Belichtung am 25. 6. 1917 kamen nun nach 18 Tagen bereits 5 pCt., nach 50 Tagen schon bis 57 pCt. (im Ganzen mit den 10 pCt. vor 9 Jahren = 67 pCt.). Wie in anderen Fällen übersprangen also solche lange in D. ruhenden Samen die früher bei sofortiger Belichtung notwendigen Zeiträume und keimten sofort in großer Anzahl. Auch das ist durch die Eigenart ihrer Anpassung leicht zu erklären. Wo an Gebirgshängen die lebenden Individuen nach der Schneeschmelze durch Gießbäche entwurzelt und fortgeführt, auch vernichtet werden, kommen tiefere Bodenschichten mit Samen, die oft Jahrzehntelang dort verschüttet lagen, an die aufgerissene Oberfläche und können nun bei geeigneter Jahreszeit rasch zur Entwicklung gelangen und den vernichteten alten Bestand rasch wieder ersetzen. Dies Spiel wird sich in Jahrhunderten immer wiederholt haben. Ebenso natürlich auch die Auslese der (entgegen jenen regelmäßiger Verschüttung ausgesetzten auf Dünensand) unregelmäßig durch starke Aufschwemmung bindigen Erdreichs tief verschütteten und des stets an der Oberfläche des bindigen Bodens der Gebirgshänge bleibenden Restes, welcher so Jahrtausende lang an Keimung im Licht gewöhnt wird. Diese Auslese nur im Licht keimender Samenindividuen nimmt je nach Bodenbeschaffenheit (wie bei den Frostkeimern) solch extreme Formen an, *daß eben nur im Licht oder bei gleichzeitiger Durchfrierungsmöglichkeit nur entweder im Licht oder durch Frost*

keimende Samenindividuen übrig bleiben. Dieser Entwicklungsgang hat den gleichen Zweck, wie er bei der Entstehung der Frostkeimer schon geschildert wurde. Ich selbst habe mit den gleichen Samen von *Aquilegia atrata* (von 1907) und den aus den Kulturen (L. und D.) erhaltenen Keimlingen mir diese Naturvorgänge auf einer Alpenpflanzenanlage stets vor Augen geführt. Wie schwer es ist, durch direkte Aussaat eine neue Pflanzenart in der Konkurrenz anderer Arten auf einer solchen Anlage heimisch zu machen, weiß jeder Praktiker auf dem Gebiete der alpinen Gärtnerei. Selbst die auf einem bloßgelegten Erdfleck einer Alpenanlage eingesetzten Keimpflänzchen einer neuen Art gehen ja immer zu einem großen Prozentsatz ein, nicht nur durch die weniger günstigen klimatischen Einflüsse, auch durch Schneckenfraß, Insekten usw.

Viel mehr tritt dies natürlich alles ein, wenn noch die Konkurrenz anderer Arten hinzukommt. So ringen sich oft von hunderten von Keimlingen nur einige zu kräftigen, den besonderen klimatischen Verhältnissen des Alpinums angepaßten Pflanzen durch. Diese halten dann oft jahrelang aus, weil auch die zahlreichen Samen wieder dasselbe Spiel der Auslese wiederholen. Trotzdem ist in 10 Jahren *Aquilegia atrata* auf meiner Alpenanlage schließlich jetzt stark zurückgegangen. Hier bringen nun die Keime aus den nach 10 Jahren am 25. 6. 1917 belichteten Samen neuen Nachwuchs, gerade wie im Hochgebirge dann, wenn der ursprüngliche Standort durch eine Katastrophe vernichtet und dabei tiefer eingebettete Samen ans Tageslicht gebracht worden wären. So wurden die Vorgänge in der Natur ziemlich getreu auf dem Alpinum veranschaulicht.

56. Arthur Meyer: Das während des Assimilationsprozesses in den Chloroplasten entstehende Sekret.

(Eingegangen am 7. September 1917.)

In einer früheren Arbeit (Das Chlorophyllkorn; Leipzig, 1883) habe ich mich mit dem Baue der Chloroplasten eingehend beschäftigt und will an die dort gemachten Mitteilungen anschließen. *BRIOSI meinte, die Chloroplasten* beständen im intakten Zustande aus einer homogenen Masse, die nur, wenn sie mit Reagentien in Berührung käme, schwächer grün als das Chlorophyllkorn gefärbte *Fetttröpfchen ausschieden, PRINGSHEIM glaubte (1882), das Chlorophyllkorn* bestände aus einem unlöslichen Gerüste von schwammförmiger Struktur, durchtränkt von Farbstoff, dem fettartigen „Lippochlor", und einem flüssigen ölartigen Stoff, „dem Hypochlorin". Mit Bezug auf PRINGSHEIMs Vorstellung vom Bau des Gerüstes sagte ich S. 23: „— so ist er vielleicht deshalb nicht auf den Gedanken gekommen, diesen Bau des Chlorophyllkorns auch an dem intakten Autoplasten aufzusuchen, weil ihm ein mit undurchsichtiger grüner Substanz getränkter farbloser Schwamm als Bild vorschwebte, an dem allerdings wegen der Kommunikation der Hohlräume eine regelmäßige Struktur schwer zu erkennen sein würde. In der Tat läßt sich aber an den lebenden Autoplasten, wenn er völlig unverletzt ist, eine eigentümliche Struktur erkennen, die den Eindruck macht, *als seien in eine mehr oder weniger farb*lose Grundmasse und von dieser überall umschlossen dunkelgrüne Körner oder Kugeln eingelagert."

CZAPEK (Biochemie der Pflanzen, 2. Aufl., 1. Bd., 1913 S. 550) referiert daher unrichtig, wenn er sagt: „In der Folge spielte die Auffassung der Chloroplasten als lakunär gebaute Gebilde, welche aus einem schwammförmigen porösen Gerüst von farbloser Beschaffenheit und grünen ölartigen Grana, diesem Gerüst eingelagert, bestehen, eine große Rolle. Diese besondere von A. MEYER ausgebaute Ansicht stützt sich besonders auf das öfters deutlich granulierte Aussehen der Chloroplasten von Orchideen (Scheinknollen von *Acanthephippium silhetense*), dürfte aber für viele andere Fälle kaum durch Tatsachen hinreichend belegt werden." Ich habe *also stets angenommen, die Grundmasse der Chloroplasten*

sei homogen, und es seien „Körner oder Kugeln“ in sie eingelagert, die von der Grundmasse völlig umhüllt seien. Weitere Aufklärung suchte ich durch Untersuchung der relativ großen Autoplasten jüngerer Knollen von *Acanthephippium* zu gewinnen. Auch die Grana dieser Chloroplasten schienen mir dunkelgrüne Kugeln zu sein, und über die Färbung ihrer Grundsubstanz wagte ich keine endgültige Entscheidung zu treffen. Ich sagte über letzteren Punkt S. 24: „Es war mir nicht möglich mit aller Schärfe die Frage zu entscheiden, ob die Masse, in welche die Kugeln eingelagert sind, völlig farblos oder nur sehr hellgrün ist.“ Die Erscheinungen, welche bei Einwirkung der Reagentien auf die Kugeln der Chloroplasten von *Acanthephippium* zu beobachten waren, bestärkten mich in der Meinung, sie seien dunkler grün gefärbt als die Grundmasse. Ich habe die Erscheinungen, welche die Reagentien hervorriefen, ganz richtig geschildert und in den Figuren 11a, b, c, 12a und b abgebildet, nur meine Auffassung der Vorgänge war, wie wir sehen werden, nicht dem Sachverhalt entsprechend. Da ich selbst der Richtigkeit meiner Auffassung nicht sicher genug war, sagte ich S. 27: „Selbstverständlich sind diese Erklärungsversuche (der Reaktionserscheinungen) nur von sehr bedingtem Wert.“ — SCHIMPER schloß sich in seiner Arbeit über die Chloroplasten (PRINGSHEIMs Jahrb. f. wissensch. Botan. 1885, Bd. 16, S. 1) in allen wesentlichen Punkten an meine Auffassung an und schien meine Zweifel zu zerstreuen. Er sagt z. B. S. 152: „Die Chloroplasten bestehen demnach aus einem farblosen Stroma mit zahlreichen, von einer grünen zähflüssigen Substanz erfüllten Vakuolen“, S. 155: „Meine Untersuchungen haben mir gezeigt, daß sehr deutliche Grana in den Chloroplasten sämtlicher Pteridophyten und Phanerogamen vorhanden sind.“ Er unterschied, wie ich, die Grana scharf von den Öltröpfchen und warnt z. B. vor Verwechselung der Grana mit den Öltröpfchen bei *Sempervivum*-Arten (S. 155). Die Öltröpfchen, welche ich also als selbständig neben den Grana vorkommende Gebilde betrachtet hatte, waren lange bekannt und beschrieben. NÄGELI sah sie; SACHS (1862) hielt sie für fettes Öl, auch BRIOSI (1873) nannte sie „fettartige Substanz“. Dagegen betrachtete GODLEWSKI (1877) die Öltröpfchen als einen Auswurfsstoff und HOLLE zeigte, daß sie nicht verschwinden, wenn man die Pflanzen verdunkelt. Ich selbst glaubte die Öltröpfchen nach ihrem Verhalten zu Reagentien nicht als fettes Öl ansprechen zu dürfen, fand aber, daß sie bei allen untersuchten Pflanzen die gleichen Reaktionen gaben. Sie fehlten in jungen Blättern, welche Grana enthielten, stets und stellten sich erst in älteren Chloro-

plasten ein. SCHIMPER (1885) beschäftigte sich auch eingehend mit den Öltröpfchen. Er (S. 178) stellte fest, daß „ölartige Substanzen", die in Tropfenform innerhalb der Chromatophoren oder *aus denselben sich ausscheiden, bei allen untersuchten grünen Algen* (welche, sagt er leider nicht) und Phanerogamen vorkommen; bei Farnen und Moosen hat er sie nicht beobachtet. Er sagt ganz richtig, sie seien in persistierenden Blättern am leichtesten zu beobachten und kämen in jugendlichen Organen nur selten vor. Als Beispiel für jugendliche Organe führt er nur *Vaucheria* an. Alle diese Öltröpfchen (er macht leider nur wenige namhaft, die er geprüft hat) verhielten sich nach seinen Beobachtungen gegen Osmiumsäure, Wasser, Essigsäure, Alkohol und Äther so, wie ich (1883, S. 30) für die von mir untersuchten Öltröpfchen angegeben hatte. Meine Angaben waren allerdings insofern nicht ganz richtig, als sie nur für etwas wasserhaltige Essigsäure und etwas mit Wasser verdünnte Chloralhydratlösung gelten; die reinen, wasserarmen Reagentien lösen sowohl die Tröpfchen als auch Rizinusöl. Er möchte die Tröpfchen, die er, wie GODLEWSKI, als ein „Dekratationsprodukt" betrachtete, als einen „Auswurfsstoff", doch noch Öltröpfchen nennen, da sie sich von den fetten Ölen kaum weiter *als das Rizinusöl unterschieden. Damit hat er, soweit es die an*geführten Reagentien betrifft, ganz recht. Ich kann aber jetzt mittels anderen Reagentien zeigen, daß sich die Substanz der Öltröpfchen von fetten Ölen scharf unterscheiden läßt.

In neuerer Zeit hat sich LIEBALDT (Zeitschr. f. Botan. 1913, S. 71) in einer im Prager pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität gefertigten Arbeit gegen das Vorhandensein der Grana erklärt. Sie hat in den meisten Fällen nichts derartiges gesehen, zählt aber einige Pflanzen auf, in denen sie die Chloroplasten schwach gekörnt sah. Sie meint: „Nur da, wo zahlreiche sehr kleine Stärkekörnchen in den Chloroplasten enthalten sind, kann zuweilen das Vorhandensein einer Struktur vorgetäuscht werden, indem die Stärkekörnchen hell durch die grüne Hülle hindurchscheinen."

Grana und Öltröpfchen sind also bisher von allen, die sich damit beschäftigt haben, für ganz verschiedene Gebilde gehalten worden. Wie mich aber eine eingehende Untersuchung über die Chloroplasten von *Tropaeolum majus*, die ich an anderer Stelle veröffentlichen werde, gelehrt hat, ist diese Meinung unrichtig. Die Grana sind kleine „Öltröpfchen", die in den ausgewachsenen Chloroplasten stets zu finden sind und durch die kräftige Lichtbrechung

der homogenen grünen Masse der Chloroplasten, sowie dadurch, daß sie, als ganz leicht flüssige Substanz, leicht breit gedrückt werden, oft schwer sichtbar werden. Sie nehmen, wenn die Chloroplasten assimilieren, durch Zufuhr von Substanz an Größe zu, zuletzt wohl auch durch Zusammenfließen, und imponieren dann als Öltröpfchen. Es steht jetzt völlig fest, daß diese völlig flüssigen, farblosen Gebilde nicht aus fettem Öl bestehen. Schon die Tatsache, daß ihre Substanz beim Verdunkeln der Blätter nicht abnimmt, machten es unwahrscheinlich, daß sie aus Fett beständen, aber ich konnte es jetzt auch, wie gesagt, durch mikrochemische Reaktionen sicher beweisen, daß sie kein Fett sind. Stirbt der Chloroplast ab, so fließen die farblosen Tröpfchen zusammen und lösen sofort das Karotin und das Xanthophyll, welches in dem toten Chloroplasten liegt, und diese Mischung der Tröpfchensubstanz mit den gelben Farbstoffen liegt dann z. B. bei *Tropaeolum*, wie ich jetzt sicher nachweisen konnte, in den Zellen der verwelkten Blätter. Die Öltröpfchen sind also bestimmt ein Sekret. Sonach findet sich also in den erwachsenen Chloroplasten schon im jüngsten Zustande derselben ein Sekret, dessen Menge mit dem Alter der Chloroplasten zunimmt. Dieses kommt anscheinend allen Chloroplasten zu, seine Entstehung findet in allen unter normalen Verhältnissen lebenden Chloroplasten statt. Die Rhodoplasten und Phaeoplasten sind noch nicht genau auf das Vorkommen des Sekrets hin untersucht worden. Ich hoffe, diese Untersuchung noch nachholen zu können. Bei Vergleichung des Auftretens des Sekretes und seiner Menge mit der Zeitdauer der Assimilationsarbeit der Chloroplasten läßt sich eine Abhängigkeit der Sekreterzeugung von der Kohlenstoffassimilation nicht verkennen. In den Trophoplasten etiolierter Blätter, z. B. der etiolierten Blätter von *Tropaeolum majus*, lassen sich bei stärkster Vergrößerung keine Sekreteinschlüsse erkennen, und es treten auch bei Zusatz von Essigsäure (Eisessig + 15 $^0/_0$ Wasser) keine Sekrettröpfchen aus ihnen hervor. Mit der Dauer ihrer Assimilationsarbeit nimmt bei den daraufhin geprüften Chloroplasten die Menge des Sekretes in den Chloroplasten zu. Die Abhängigkeit der Sekretbildung von der Assimilationsarbeit der Chloroplasten zeigte sich auch klar bei folgenden Versuchen: In einem Blatte, welches nur wenige Tage im erwachsenen Zustande assimiliert hatte, dessen eine Spreitenhälfte dann mit Stanniol bedeckt worden war, zeigten sich in den Chloroplasten der unbedeckten Hälfte, nachdem dieselbe 6 Tage assimilieren konnte, mehr Sekrettröpfchen als in den Chloroplasten der bedeckten Hälfte, auch trat bei Zusatz von Essigsäure mehr Sekret aus.

Als ein Blatt von *Tropaeolum,* welches ungefähr 39 Tage im ausgewachsenen Zustande assimiliert hatte und gelb geworden war, mit einem gelb gewordenen Blatte derselben Pflanze verglichen wurde, welches nur ein paar Tage im ausgewachsenen Zustande assimiliert hatte, so waren in den Palisadenzellen des ersteren große Tropfen von gelb gefärbtem Sekret vorhanden, während in dem zweiten nur relativ sehr kleine Klumpen der gelben Trophoplasten-Farbstoffe lagen. So werden wir wohl aussprechen dürfen: *Während des Assimilationsprozesses, während der Chloroplast aus Kohlensäureanhydrit und Wasser Kohlehydrate bereitet,* **entsteht in ihm ein Sekret, welches sich in Tropfenform ausscheidet. Dieses Sekret scheint bei allen Chloroplasten gleichartig zu sein. Wir wollen es „d a s A s s i m i l a t i o n s s e k r e t“ nennen.**

Die nicht von der Hand zu weisende Tatsache, daß während *des Assimilationsprozesses in den Chloroplasten ein Sekret entsteht,* ist von großem Interesse. Sie stellt der Forschung ganz neue Aufgaben. Zu allererst ist es nötig, daß das Sekret makrochemisch dargestellt wird. Es wird das nicht so einfach sein, da es in der Pflanzenzelle meist da, wo man es erreichen könnte, mit den Chloroplastenfarbstoffen verunreinigt ist, die wohl oft in größerer Menge vorhanden sein werden als das Sekret.

Vorläufig können wir die h e u r i s t i s c h e H y p o t h e s e machen, daß das Sekret wie die Kohlehydrate ein direktes Produkt des Assimilationsvorganges ist, so daß die bisher zur Versinnbildlichung des Assimilationsprozesses gebrauchte Formel durch eine andere ersetzt werden könnte, welche auch der Tatsache Rechnung trägt, daß anscheinend bei dem Assimilationsprozesse etwas mehr O entsteht, als es der alten Formel entspricht, die ja lautete: „$6\ CO_2 + 6\ H_2O = 6\ O_2 + C_6H_{12}O_6$. Diese wäre also vorläufig zu ersetzen durch: $mCO_2 + nH_2O = pC_6H_{12}O_6 + x$ Assimilationssekret $+ (m + y)\ O_2$.

Es liegt nahe, die in den immergrünen Blättern in jeder Mesophyllzelle vorkommenden großen Tropfen als Assimilationssekret anzusehen, welches während der langdauernden Assimilationstätigkeit der Chloroplasten dieser Blätter gebildet und im Zytoplasma niedergelegt wurde. Derartige Tropfen sind vielfach gesehen und untersucht (so z. B. von RADLKOFER, SCHULZE, MONTEVERDE, SOLEREDER, SERTORIUS, LIDFORSS, RYWOSCH) und meist für fettes Öl gehalten worden, so z. B. von HABERLANDT, SCHULZ, STRASBURGER. Ich habe schon 1885 (Botan. Zeitung, 43. Jahrg., S. 433) eine Reihe solcher Tropfen angesehen und gesagt, daß sie eher Sekret als

Reservestoff sein dürften. Die Untersuchung der Tropfen der immergrünen Blätter, die ich unter dem neuen Gesichtspunkte vorgenommen habe, ist noch nicht zum Abschluß gebracht. Die Tropfen sind sicher kein fettes Öl, wie schon ihr Verhalten gegen Kalilauge, Alkohol und rauchende Salpetersäure zeigt.

57. Christian Wimmer: Ein neuer kristallisierter Inhaltsstoff in den unterirdischen Organen von Geranium pratense L. und seine Verbreitung innerhalb der Familie der Geraniaceae.

Aus dem Pharmakognostischen Universitätsinstitut in Wien.

(Eingegangen am 18. September 1917.)

Gelegentlich einer umfassenden anatomischen und mikrochemischen vergleichenden Bearbeitung der unterirdischen Organe der Geraniaceen (1), über welche anderweitig berichtet werden wird, fand sich bei einigen *Geranium*-Arten ein gelber, schon in den lebenden Zellen auskristallisierter Körper, der nach seinem charakteristischen mikrochemischen Verhalten mit keinem der in der Literatur beschriebenen Pflanzeninhaltsstoffe identisch zu sein scheint. Die diesen Körper betreffenden Untersuchungsergebnisse bilden den Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Eine eingehendere Bearbeitung in der genannten Richtung wurde dem Wiesenstorchschnabel *(Geranium pratense L.)* gewidmet.

Frische Schnitte aus den unterirdischen Organen von *Geranium pratense L.*, unter dem Mikroskop beobachtet, zeigen mehr oder weniger zahlreich in den Parenchymzellen, besonders der primären Rinde und des Markes, die zitronengelben Kristalle dieses Körpers. Seine Erscheinungsformen sind folgende: Rhomboeder und dessen Prismenkombinationen — einzeln oder sternförmig, drusig oder unregelmäßig gruppiert; Nadelbüschel; auch Sphärite — einzeln oder zu knolligen Gruppen verwachsen. Auffallend sind Konglomerate verschiedenster Kristallformen, z. B.: ein Rhomboeder verwachsen mit einem Sphärokristall oder einer Gruppe solcher, ein

derbes Prisma mit angesetzter Gruppe feiner Prismen oder mit angesetztem Nadelbüschel oder Sphärokristall und ähnliche Aggregate mehr.

Als Beobachtungsflüssigkeit eignet sich am besten konzentriertes Phenol, da infolge annähernd gleicher Brechungsindices Stärkekörner und Zellwände fast vollkommen unsichtbar werden, während die gelben Kristalle scharf und klar hervortreten — für Herbarmaterial eignet sich besser Chloralhydrat (60:40) oder kaltes Pyridin, die auch bei frischem Material gute Dienste leisten.

Der in der lebenden Pflanze auskristallisierte Körper verhält sich mikrochemischen Reagentien gegenüber wie folgt:

Wasser löst den Körper in der Kälte, auch nach tagelanger Einwirkung, nicht; auch beim Erwärmen auf dem heizbaren Objekttisch bis zum Aufkochen sind keinerlei Veränderungen zu bemerken; selbst in der Eprouvette anhaltend gekochte Schnitte zeigen den Körper unverändert.

Alkohol löst in keiner Konzentration, weder kalt noch heiß. Läßt man aber Schnitte ein paar Tage in 95 proz. oder absolutem Alkohol liegen oder kocht darin auf, so verändert sich der Körper bezüglich seiner Lösbarkeit in konzentrierten Alkalien, wie weiter unten ausgeführt werden wird.

Aethyläther, Petroläther, Benzol, Chloroform und *Aceton lassen den Körper ganz unverändert.*

Anilin löst den Körper in der Kälte außerordentlich langsam, rascher bei andauerndem Erwärmen. Beim allmählichen Abdunsten des Anilin in der Kälte kristallisiert der Körper am Rande des Deckglases in braungelben knolligen Sphäriten aus, welche sich vollkommen analog den ursprünglichen Kristallen verhalten.

Pyridin löst den Körper in der Kälte sehr langsam und nur äußerst wenig; heißes Pyridin im Überschuß löst leicht. Schon beim Erkalten fällt der Körper in schönen gelben Nadeln wieder aus, welche bei weiterem Verdunsten der Lösungsflüssigkeit an Zahl und Größe zunehmen. Diese Kristalle zeigen gleiche Löslichkeitsverhältnisse wie die ursprünglichen, nur lösen sie sich im allgemeinen leichter. Auf diesen Umstand dürfte es auch zurückzuführen sein, daß der aus Pyridin auskristallisierte Körper, wie später ausgeführt wird, gegenüber gewissen Reagentien ein anderes Verhalten an den Tag legt als die ursprüngliche Verbindung.

In kaltem konzentrierten Ammoniak verquellen die Kristalle sehr langsam und gehen bei großem Überschuß des Lösungsmittels auch in Lösung. In heißem Ammoniak zeigen sie das gleiche Verhalten. In verdünntem Ammoniak lösen sie sich leichter. Mit konzentriertem Alkohol vorbehandelt, bleiben sie in konzentriertem Ammoniak unverändert, in verdünntem gehen sie äußerst langsam in Lösung. Legt man aber die Schnitte aus Alkohol wieder in Wasser, dann verhalten sie sich wie ursprünglich.

Sowohl wässerige als auch alkoholische Kali- und Natronlauge lösen in jeder Konzentration sofort mit intensiv gelber Farbe den Körper. Mit Alkohol vorbehandelte Kristalle widerstehen längere Zeit, Zusatz eines Tropfen Wassers stellt aber sofort die Lösbarkeit wieder her.

Borax löst den Körper ziemlich leicht.

Mit Kalk- oder Barytwasser färben sich die kristallführenden Zellen gelb, ohne daß die Kristalle sichtlich angegriffen würden.

Chloralhydrat (60 : 40) läßt den Körper in der Kälte und in der Wärme unverändert. Kocht man Schnitte mit Chloralhydrat, so fallen nach dem Erkalten sofort oder nach längerem Stehen in verschiedenen Präparaten der gleichen und verschiedener Pflanzen geringere oder größere Mengen neben den schon vorhandenen Kristallen aus. Sie unterscheiden sich in ihrem Verhalten garnicht von den anderen. Der Körper kommt demnach in der Pflanze zum Teil in Kristallen, zum Teil gelöst vor.

Salzsäure in jeder Konzentration, kalt oder heiß, verändert den Körper nicht; die Kristalle nehmen nur eine etwas dunklere Farbe an. Die Behandlung mit Salzsäure läßt die gleiche Erscheinung wie Chloralhydrat wahrnehmen; die Säure fällt den gelöst vorkommenden Körper aus.

Schwefelsäure verändert den Körper anfänglich nicht, weder konzentriert noch verdünnt, weder in der Kälte noch in der Wärme; erst allmählich, in der Wärme rascher, verwandeln sich die Kristalle in igelförmige Gebilde von gleicher Farbe. Außerdem fällt die Säure den gelösten Inhaltsstoff in gelben Nadeln aus, welche sich meist an die vorhandenen Kristalle ansetzen. Nach Zerstörung aller Gewebselemente und nach erfolgter Auswässerung zeigen diese igelförmigen Kristallbüschel die gleichen Löslichkeitsverhältnisse wie die ursprünglichen.

In gleicher Weise verhält sich der Körper auch in Perhydrol-Schwefelsäure (1 : 1); nur kommt es nicht zur Bildung von igelförmigen Kristallgebilden, sondern die ursprünglichen Kristalle zerfallen unter Beibehaltung ihrer Form in sich in Stäbchen oder Körnchen, auch ist der Niederschlag des gelöst vorkommenden Körpers feiner.

Chromsäure-Schwefelsäure (Gesättigte Lösung von Chromsäure in konzentrierter Schwefelsäure) löst den Körper erst, wenn die widerstandsfähigsten Gewebselemente auch weggelöst werden.

Salpetersäure in jeder Konzentration verändert in der Kälte auch nach längerer Einwirkung nicht. Konzentrierte Salpetersäure löst bei starkem Erwärmen den Körper.

Essigsäure in jeder Konzentration verändert den Körper auch in heißem Zustand nicht.

Phenol in jeder Konzentration verändert den Körper nicht.

Chromsäure greift die natürlich vorkommenden Kristalle nicht an; weder in konzentrierter noch in verdünnter wässeriger Lösung. In älterem Alkoholmaterial ausgeschiedene klumpige Massen eines seinem Reaktionsvermögen nach sehr ähnlichen Körpers werden hingegen von Chromsäure mit dunkel-kirschroter Farbe gelöst. Ein Zusammenhang dieses Körpers mit dem kristallisiert in den lebenden Zellen vorkommenden ist sehr wahrscheinlich, konnte aber bisher noch nicht einwandfrei sichergestellt werden.

Kaliumchlorat, im gleichen Gewichtsteil konzentrierter Salpetersäure gelöst, zerstört jedes Gewebselement, läßt aber die Kristalle auch nach wiederholtem Aufkochen unverändert zurück; gut ausgewässert geben sie die gleichen Reaktionen wie die ursprünglichen Kristalle.

Eisensulfat- und Eisenchlorid-Lösung verändern auch nach langem Einwirken den Körper nicht. Bei längerem Erwärmen mit einem der beiden Reagentien nehmen die Kristalle eine blauschwarze Färbung an.

Naphtol- und Thymol-Schwefelsäure geben keine Reaktionen mit dem Körper.

MILLONsches Reagens gibt keine Reaktion mit dem Körper.

Auf Grund der Ergebnisse der mikrochemischen Untersuchung der Kristalle wurde die makrochemische Darstellung der Substanz versucht.

Die fein gepulverte Wurzel wurde zuerst mit Wasser, dann mit Alkohol in steigenden Konzentrationen — bis 50 proz. — auf kaltem Wege extrahiert, solange noch etwas in Lösung ging. Der im Perkolator befindliche Wurzelpulverrückstand wurde mit einer 5 proz. Lösung von Kaliumhydroxyd in 50 proz. Alkohol übergossen, worauf sofort eine intensiv gelb gefärbte Flüssigkeit abtropfte. Die abtropfende Flüssigkeit wurde gesammelt, wobei auf die zuletzt abfließenden Anteile verzichtet wurde, im Interesse einer leichteren Reinigung der Verbindung, da in den späteren Anteilen sich in größeren Mengen nur schwer entfernbare Verunreinigungen mitlösten. Das Filtrat der erhaltenen Lösung wurde mit Salzsäure (5 proz.) bis zur schwach sauren Reaktion versetzt, worauf ein weißgelber Niederschlag ausfiel, der beim Stehen an der Luft etwas nachdunkelte, nach dem Abfiltrieren aber an der Luft eine intensiv dunkle Farbe annahm. Unter dem Mikroskop betrachtet, erwies sich der Niederschlag zusammengesetzt aus igelförmigen Nadelbüscheln. Die Löslichkeitsverhältnisse und Reaktionen waren die gleichen wie bei den Kristallen in den Schnitten. Der Niederschlag wurde des weiteren mit Wasser wiederholt gewaschen, auszentrifugiert und mit heißem Pyridin behandelt und noch heiß filtriert. Schon beim Erkalten fielen reichlich schöne Kristallnadeln von gelber Farbe aus. Das Pyridin wurde abgegossen und die zurückgebliebenen Kristalle mit Aethyläther gewaschen. In ihrem mikrochemischen Verhalten stimmen die aus Pyridin erhaltenen Kristalle vollständig mit den ursprünglichen überein, doch lösen sie sich im allgemeinen leichter. Setzt man einen Tropfen verdünnter Eisenchloridlösung den Kristallen zu, so färben sie sich sofort blauschwarz. Chromsäure löst sie sofort mit intensiv braunroter Farbe. Weder direkt noch nach anhaltendem Kochen mit Mineralsäuren verschiedener Konzentrationen oder mit Laugen erfolgt eine Zuckerreaktion. In Wasser schießen an den Kristallen beim Erwärmen Nadeln auf, bei weiterem, andauerndem Erwärmen entstehen an Stelle der aus Pyridin gewonnenen, gelben kräftigen Nadeln Büschel oder unregelmäßige Anhäufungen von zarten, gelblichen Nadeln. Auf Grund dieser Beobachtung wurden auch solche Kristalle in größerer Menge durch anhaltendes Kochen aus Pyridin gewonnener Kristalle in Wasser dargestellt. Sie zeigten den ursprünglichen Kristallen analoges Verhalten.

Im Polarisationsmikroskop betrachtet, leuchten die meisten Kristalle bei gekreuzten Nikols in vielfarbigem Lichte auf.

Schließlich wurden die Kristalle des rein dargestellten Körpers mit Titansäure-Schwefelsäure untersucht, welches Reagens

von L. LÉVY (2) neben anderen zum Nachweise von Verbindungen mit phenolischen Hydroxylgruppen herangezogen worden war. Das Reagens wurde entsprechend den Angaben von G. DENIGÈS (3) hergestellt, der sich seiner neuerdings zum Nachweise von Alkaloiden mit Phenolcharakter bedient. Titansäureanhydrid wurde mit konzentrierter Schwefelsäure im Sandbad stundenlang bis fast zum Siedepunkt der Säure erhitzt. Nach Erkalten des Reagenses wurde je ein Tropfen den trockenen Präparaten zugesetzt. Die aus Pyridin gewonnenen Kristalle gingen in tief violetter Farbe in Lösung, nach wenigen Augenblicken schlug diese Farbe ohne verfolgbare Zwischenstufen in leuchtendes braun-orange um, um dann allmählich zu erlöschen. Die durch Kochen der letztgenannten Kristalle in Wasser gewonnenen zeigten die gleiche Reaktion, jedoch weniger intensiv; ebenso die gleich bei der Fällung der ursprünglichen Laugenlösung des Körpers mit Salzsäure entstandenen Kristalle.

Die bei der durchgeführten Untersuchung erzielten Ergebnisse lassen vermuten, daß die bezüglichen Kristalle in *Geranium pratense L.* einer aromatischen Verbindung angehören und zwar mit phenolischem Charakter. Es wäre möglich, daß dieser Körper irgendwelche Beziehungen aufweist zu einer Verbindung, welche H. MOLISCH (4) in *Dionaea muscipula* entdeckt hat und die sich nach den von ihm durchgeführten Reaktionen als kirstallisierter Gerbstoff darstellt. Genaueren Aufschluß über die Natur des *Geranium*-Körpers kann erst eine eingehendere chemische Analyse, welche im Institute vorgenommen werden wird, erbringen.

Weitere Untersuchungen befassen sich mit der Verteilung des Körpers in *Geranium pratense L.* Schließlich wurde sein Vorkommen in den unterirdischen Teilen auch anderer Geraniaceen studiert.

Die nachfolgende Tabelle unterrichtet über die bei diesen Untersuchungen erzielten Ergebnisse, wobei die Zeichen +, — das Vorhandensein, resp. das Fehlen der Kristalle bedenten. Die in der Rubrik „Anmerkung Nr.“ stehenden Zahlen verweisen auf die am Ende der Tabelle gebrachten Anmerkungen.

Die Verteilung des Körpers in der Pflanze wurde eingehend bei *Geranium pratense* L. studiert. Es gelangten Exemplare von Standplätzen verschiedenster ökologischer Wachstumsbedingungen zur Untersuchung, auch wurden Pflanzen des gleichen Standortes im Frühjahr vor und nach dem Austreiben und im Spätsommer und im Winter nach Absterben der oberirdischen

Name	frisch	trocken	Anmerkung Nr.
Geranium L.			
Columbina Koch			
bohemicum L.		—	
brutium Gasparrini		—	
carolinianum L.		—	
columbinum L.	—	—	
dissectum L.		—	
Langloisii Greene		—	
divaricatum Ehrh.		—	
molle L.		—	
pusillum Burm.	—	—	
rotundifolium L.		—	
Lucida R. Knuth			
lucidum L.	—	—	
ocellatum Camb.		—	
trilophum Boiss.		—	
Robertiana Boiss.			
Robertianum L.	—	—	
" var. *purpureum* (Vill.) DC.		—	
Unguiculata Boiss.			
macrorrhizum L.	—	—(+)	1)
Subacaulia Boiss			
argenteum L.		+	
cinereum Cav.		+	
" var. *subcaulescens* (L'Hér.) R. Knuth		+	
Tuberosa Boiss.			
Kotschyi Boiss.		—	
malvaeflorum Boiss et Reut.		—	
tuberosum L.		—	
Anemonifolia R. Knuth			
anemonifolium L'Hér.		—	
Caespitosa R. Knuth			
caespitosum James		—	
Fremontii Torr.		—	
Sylvatica R. Knuth			
atlanticum Boiss.		+	
gymnocaulon DC.		+	
ibericum Cav.		+	
libanoticum Boiss. et Blanche		+	
peloponnesiacum Boiss.		+	
platypetalum Fisch. et Mey.		+	
aconitifolium L'Hér.		+	
albiflorum Ledeb.		—	2)
incisum Nutt.		—	2)
maculatum L.		+	
pseudo-sibiricum J. Meyer		—	2)
Richardsonii Fisch. et Trautv.		—	2)
nervosum Rydberg		—	2)
sylvaticum L.	+	+	
pratense L.	+	+	
Reflexa R. Knuth			
phaeum L.	—	—	
" var. *lividum* (L'Her.) Pers.		—	
reflexum L.		—	

Name	frisch	trocken	Anmerkung Nr.
Geranium L.			
Sanguinea R. Knuth			
dahuricum DC.		—	
sanguineum L.	—	—	
Pyrenaica R. Knuth			
albanum Marsch.-Bieb.		—	
asphodeloides Burm.		—	
„ var. *hispidum* Boiss.		—	
pyrenaicum Burm.	—	—	
Sintenisii Freyn		—	
Incanoidea R. Knuth			
niveum S. Wats.		—	
potentillaefolium DC.		—	
Palustria R. Knuth			
Endressii J. Gay		—	
palustre L.	—	—	
yesoense Franch. et Sav.		—	
collinum Stephan		—	
Striata R. Knuth			
gracile Ledeb.		—	
nepalense Sweet		—	
nodosum L.		—	
striatum L.		—	
Wallichianum D. Don	—	—	
Wilfordii Maxim.		—	
Sibirica R. Knuth			
sibiricum L.	—	—	
Mexicana R. Knuth			
mexicanum H. B. K.		—	
Simensia R. Knuth			
simense Hochst.		—	
Erodium L'Hér.			
Plumosa Boiss.			
arborescens (Desf.) Willd.		—	
bryoniaefolium Boiss.		—	
glaucophyllum (L.) L'Hér.		—	
hirtum (Forsk.) Willd.		—	
oxyrrhynchum Marsch.-Bieb.		—	
Barbata Boiss.			
malacoides (L.) Willd.		—	
botrys (Cav.) Bertol		—	
Neilreichii Janka		—	
absinthioides Willd.		—	
„ var. *cinereum* (Boiss. et Heldr.) Brumh.		—	
alpinum (Burm.) L'Hér.		—	
cedrorum Schott		—	
chrysanthum L'Hér.		—	
ciconium (L.) Ait.		—	
leucanthum Boiss.		—	
cheilanthifolium Boiss.		—	
macradenum L'Hér.		—	
petraeum (Gouan) Willd.		—	
„ var. *crispum* (Lapeyrouse)		—	
trichomanifolium L'Hér.		—	
bipinnatum (Cav.) Willd.		—	

Name	frisch	trocken	Anmerkung Nr.
Erodium L'Hér.			
Barbata Boiss.			
cicutarium (L.) L'Hér.	—	—	
„ var. *pimpinellifolium* (Cav.) Smith		—	
„ var. *primulaceum* (Lange) Brumh.		—	
moschatum (L.) L'Hér.		—	
Jacquinianum Fisch. et Mey.		—	
Stephanianum Willd		—	
astragaloides Boiss. et Reut.		—	
daucoides Boiss.		—	
Manescavi Coss		—	
romanum (Burm.) Ait.		—	
Monsonia L.			
Plumosae Boiss.			
heliotropioides (Cav.) Boiss.		—	
nivea (Decne) Webb		—	
Genistiformes R. Knuth			
attenuata Harv.		—	
Burkeana Planch.		—	
Ovatae R. Knuth			
senegalensis Guill. et Perr.		—	
Biflorae R. Knuth			
biflora DC		—	
Umbellatae R. Knuth			
umbellata Harv.		—	
Odontopetalum DC.			
speciosa L.		—	
Sarcocaulon (DC.) Sweet.			
Burmannii (DC.) Sweet.		—	3)
Patersonii (DC.) Eckl. et Zeyn.		—	3)
Pelargonium L'Hér.			
Hoarea DC.			
longifolium (Burm.) Jacq		—	
heterophyllum Jacq		—	
appendiculatum (L.) Willd.		—	
astragalifolium Pers.		—	
pinnatum L'Hér.		—	
rapaceum (L.) Jacq.		—	
Polyactium (Eckl. et Zeyh.) DC.			
anethifolium (Eckl. et Zeyh.) Harv.		—	
bicolor Jacq.) Ait.		—	
caffrum (Eckl. et Zeyh.) Harv.		—	
Rodneyanum Lindl.		—	
Otidia (Lindl.) Harvey			
carnosum (L.) Ait.		—	
ferulaceum (Burm.) Willd.		—	
Ligularia (Sweet.) Harvey			
cardiophyllum Harv.		—	
Jenkinsonia (Sweet.) Harvey			
Endlicherianum Fenzl		—	
Myrrhidium DC.		—	
myrrhifolium (L.) Ait.		—	
senecioides L'Hér.		—	

Name	frisch	trocken	Anmerkung Nr
Pelargonium L'Hér.			
Peristera DC.			
althaeoides (L.) L'Hér.		—	
grossularioides (L.) Ait.		—	
Campylia (Sweet.) DC.			
angustissimum E. Mey.		—	
capillare (Cav.) Willd.		—	
oenotherae (L.) Jacq.		—	
tricolor (Andr.) Curt.		—	
Eumorpha (Eckl. et Zeyh.) Harvey			
alchemilloides (L.) Ait.		—	
multibracteatum Hochst.		—	
Glaucophyllum Harvey			
glaucum (Burm.) L'Hér.		—	
spinosum Willd.		—	
Dibrachya (Sweet.) Harvey			
peltatum (L.) Ait.	—		4)
Ciconium (Sweet.) Harvey			
inquinans (L.) Ait. *zonale* (L.) Ait. R. Knuth = *hybridum* Ait.	—		4)
Biebersteinia Steph.			
multifida DC.		—	
odora Steph.		—	
Orphanidis Boiss.		—	
Viviania Cav.			
Cissarobryon (Kunze) Reiche			
elegans (Kunze) Meigen		—	

Anmerkungen zur Tabelle.

1) Nur ein Exemplar der var. *dalmaticum* Beck enthielt in seinem alten, kräftigen Wurzelstock einige Kristalle, sonst wurden die Kristalle weder in frischen Exemplaren noch in Herbarmaterial gefunden. Die drei zur gleichen Sektion (*Unguiculata* Boiss.) gehörenden Arten: *cataractarum* Coss., *lasiopus* Boiss. et Heldr. und *glaberrimum* Boiss. et Heldr. konnte ich leider nicht untersuchen und kann aus diesem Grunde nichts darüber aussagen, ob die Sektion *Unguiculata* zu den Sektionen gezählt werden kann, deren Vertreter die Kristalle führen, oder ob es sich in diesem einzigen beobachteten Falle nur um ein abnormes Vorkommen handelt.

2) Von den Arten: *albiflorum* Ledeb., *incisum* Nutt., *pseudo-sibiricum* J. Meyer, *Richardsonii* Fisch. et Trautv. und dem diesem nächstverwandten *nervosum* Rydb. standen mir nur einzelne und unvollkommen erhaltene Exemplare zur Verfügung. In diesen Exemplaren konnten die Kristalle nicht gefunden werden, während sie sonst bei allen untersuchten Vertretern der Sektion *Sylvatica* R. Knuth vorhanden waren.

3) Von *Sarcocaulon Burmannii* (DC.) Ait. und *Patersonii* (DC.) Ecklon und Zeyher standen mir nur Stammstücke zur Verfügung.

4) Von *Pelargonium peltatum* (L.) Ait. und *hybridum* Ait. gelangten käufliche Kulturformen in frischem Zustande zur Untersuchung.

Zum großen Teil stammte das Untersuchungsmaterial aus dem botanischen Universitätsinstitut in Wien. Für seine gütige Überlassung sei Herrn Hofrat Ritter VON WETTSTEIN wärmstens gedankt.

Organe untersucht. In allen diesen Pflanzen wurde der Körper in Kristallen — oder erst nach entsprechender Behandlung auskristallisiert — nur in den unterirdischen Organen nachgewiesen. In diesen war er meist am reichlichsten in den Parenchymzellen der primären Rinde und des Markes, seltener im Interfaszikulargewebe. Auch die intensive Gelbfärbung der Siebteile des unterirdischen Teils beblätterter, voll entwickelter Triebe dürfte durch den Körper verursacht sein. Seine Verteilung in den unterirdischen Organen ist eine äußerst unregelmäßige; stellenweise erfüllt er fast alle Zellen der angegebenen Gewebe, an anderen Stellen sind nur vereinzelt Kristalle vorhanden. Auch sein Vorkommen in verschiedenen Individuen ist sehr schwankend: manchmal ist der ganze Wurzelstock erfüllt von Kristallen, in anderen Fällen muß man viele Präparate durchsuchen, um einige Kristalle zu finden. Ein Zusammenhang des reichlichen oder beschränkten Auftretens des Körpers mit ökologischen oder phaenologischen Standortsverhältnissen oder mit dem Entwicklungsstadium des untersuchten Pflanzenindividuums konnte nicht festgestellt werden.

Die anderen Vertreter der zunächst untersuchten Sektion der Gattung *Geranium* L., der *Sylvatica* R. Knuth., wiesen ähnliche Verhältnisse auf, nur war der Körper im allgemeinen seltener als in *Geranium pratense* L. und öfter mußten mehrere Präparate angefertigt werden, um über Vorkommen oder Fehlen der Substanz entscheiden zu können. Auch bei diesen Arten wurden tunlichst Pflanzen verschiedenster Standorte, zu verschiedenen Jahreszeiten gesammelt, untersucht. Bei den in der Anmerkung 2 zur Tabelle angeführten Arten, deren Herbarexemplare nur den obersten Teil des Wurzelstockes aufwiesen, wurden die Kristalle überhaupt nicht gefunden. Ob sie nur in den untersuchten Präparaten fehlten oder ob der Körper diesen Arten überhaupt fehlt, muß späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Die untersuchten Vertreter der Sektion *Subacaulia* Boiss. wiesen ebenfalls den Körper auf. Auch für sie gilt das oben Gesagte, nur scheint bei ihnen auf Grund der bisherigen Untersuchungen Krüppelform und reichliches Auftreten des Körpers in irgend einem Zusammenhang zu stehen.

Über das vereinzelte Vorkommen des Körpers bei *Geranium macrorrhizum* L. der Sektion *Unguiculata* Boiss. wurde schon in der Anmerkung 1 zur Tabelle eingehend berichtet. Zu bemerken wäre noch, daß der Teil des Wurzelstockes, welcher bei dem bezüglichen Exemplar untersucht werden konnte, aus unbekannten Ursachen zum Teil abgestorben war. Die Kristalle fanden sich im gesunden

Teil und zeigten auch keine besondere Anhäufung an der Grenze des gesunden und des abgestorbenen Gewebes.

Bei allen anderen nach gleichen Prinzipien untersuchten Arten verschiedener Sektionen der Gattung *Geranium* L. und anderer Geraniaceengattungen wurden die Kristalle nicht aufgefunden.

Farblose oder mehr oder minder gelb bis gelbbraun gefärbte, amorphe, sphäritische oder schollige Massen, welche sich bei einigen der untersuchten *Geranium*-, *Biebersteinia*- und *Pelargonium*-Arten fanden, gehen in Laugen sofort in Lösung, werden durch Chloralhydrat und Säuren gefällt und sind ungemein widerstandsfähig gegenüber Schwefelsäure und andere Säuren mit Ausnahme konzentrierter Salpetersäure; eine Beziehung dieser Körper zu dem in *Geranium pratense* vorkommenden kristallisierten gelben Körper ist wohl wahrscheinlich, konnte aber vorläufig noch nicht erwiesen werden.

Zusammenfassend wird gesagt:

In *Geranium pratense* L. und anderen Arten der Sektion *Sylvatica* R. Knuth und in den untersuchten Arten der Sektion *Subacaulia* Boiss., ferner in einem Fall bei *Geranium macrorrhizum* L. der Sektion *Unguiculata* Boiss. finden sich beschränkt auf die unterirdischen Organe, in den Parenchymzellen der primären Rinde und des Markes und auch des Interfaszikulargewebes gelbe Kristalle eines bis jetzt unbekannten Körpers, welcher außerdem in den lebenden Zellen auch gelöst vorkommt. Dieser Körper, der auch makrochemisch dargestellt wurde, wird mit allem Vorbehalt als eine aromatische Verbindung phenolischer Natur angesehen.

Literatur-Nachweis:

1. A. ENGLER: Das Pflanzenreich IV. 129 *Geraniaceae* von R. KNUTH (1912).

2. L. LÉVY: Sur quelques réactions colorées des acides titanique, niobique, tantalique et stannique. (Journal de pharmacie et de Chimie. Tome XVe, série, pag. 70 [1887].)

3. G. DENIGÈS: Über eine allgemeine Reaktion der eine Phenolgruppe enthaltenden Alkaloide pflanzlichen und tierischen Ursprungs (Morphin und Derivate, Cuprein, Adrenalin usw.) Ref. in der Apotheker-Zeitung (Berlin), XXXI. Jahrg., Nr. 89. — 1916, aus Bull. de la Soc. chim. de France (4), 19, pag. 308—311.

4. H. MOLISCH: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 1: Über einen leicht kristallisierenden Gerbstoff in *Dionaea muscipula*. (Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Jahrg. 1915, Band XXXIII, Heft 8, pag. 447.)

58. Otto Baumgärtel: Die Farbstoffzellen von Ricinus communis L.

(Mit einer Textfigur.)

(Eingegangen am 23. September 1917.)

Ricinus communis L. entwickelt Formen, bei denen nicht nur die Blütenteile tiefrot gefärbt sind, sondern auch die vegetativen Teile des Sprosses eine verschieden starke Rötung aufweisen. Im botanischen Garten der Prager deutschen Universität werden derartige Formen von *Ricinus communis* kultiviert, deren Stengel und Blätter hochgradige Rotfärbung aufweisen. Die Blütenregion selbst, die Haupt- und Nebenachsen der Infloreszenz, die Hüll- und Kelchblätter, der Fruchtknoten samt Emergenzen und Narben strotzten derartig von dem bläulichroten Farbstoffe, daß dieser beim Zerdrücken der Gewebe die Finger stark färbte.

Die verschieden starke Rotfärbung des *Ricinus*-Sprosses hat wohl bei der systematischen Gliederung der Art Verwendung erfahren[1]), über den Farbstoff selbst und die Art seines Auftretens in der Pflanze ist aber wenig bekannt. H. PICK (**1883**, 315) erwähnt: „Ein interessantes Verhalten zeigt *Ricinus communis*. Viele Pflanzen dieser Spezies entwickeln tiefrot gefärbte Blättchen, die nur an der Oberseite gefärbt sind. Andere treiben nur schwach gerötete und manche endlich garnicht rot gefärbte. Die anatomische Untersuchung ergibt allen Pflanzen eine dem Augenscheine nach gleich reichliche Menge an stark lichtbrechendem Gerbstoffe in den jüngsten Blättchen." F. PAX (**1884**, 395) bemerkt: „Die Crotoneen, *Crozophora* und einige verwandte Acalypheen (v. m. gesp.) enthalten einen grünlich oder auch rötlich gefärbten Farbstoff, über dessen Natur Untersuchungen nicht angestellt wurden." Auch in der folgenden Literatur finden sich bei der Untersuchung von Pflanzenfarbstoffen keinerlei Angaben über den roten Farbstoff von *Ricinus communis*. H. SOLEREDER führt nur das Vorkommen von ungegliederten Milchröhren an (**1899**, 842) und beschreibt das Auftreten von Sekretzellen mit stark lichtbrechendem, farblosem (v. m. gesp.) Inhalte in den beiderseitigen Epidermen von *Ricinus communis* (**1899**, 844).

1) MÜLLER in De Candolle, Prodromus V/2, 1016ff.

Um die Integrität des sehr empfindlichen roten Farbstoffes, der in Alkohol und Formalin schnell verblaßte, zu wahren, sah ich mich genötigt, die folgenden anatomischen und chemischen Untersuchungen nur an frischem Materiale anzustellen; erstere, soweit es sich um grobe Orientierungsschnitte handelte. Für feinere Schnitte legte ich das zu untersuchende Material in Formalin-Wasser unter Zusatz einer Messerspitze ferri pulverati. Wie im Folgenden ausgeführt wird, diffundiert der Inhalt der roten Zellen unter Dunkelviolettfärbung in die Lösung und es bleiben nur angedunkelte Plasmastränge zurück, die diesen Farbton auch im Alkohol beibehalten und in den Schnitten die ehemaligen Farbstoffzellen verraten.

Anatomische Untersuchung.

Inwieweit die Angaben SOLEREDERs über das Vorkommen ungegliederter Milchröhren und farbloser Sekretzellen der Untersuchung von Trockenmaterial entstammen, ist ungewiß. Doch wird bei mehreren Gelegenheiten erwähnt, daß Herbarpflanzen untersucht worden seien. Ferner mag es ganz den Befunden PICKs und A. WIGANDs (1862) entsprechen, daß sich in wenig- oder ungeröteten Formen von *Ricinus communis* farblose „Sekretzellen“ finden als Äquivalente der roten Farbstoffzellen. Milchröhren fand ich nicht vor nnd glaube, daß sie durch langgestreckte Formen der Farbstoffzellen mit eingetrocknetem, verändertem Inhalte bei der Untersuchung aufgeweichten Herbarmaterials vorgetäuscht worden sind.

In *allen geröteten Teilen des Sprosses* fand ich *Zellen mit* homogenem roten Inhalte vor, die zwei Typen angehören: Der epitheliale Typus gehört dem Hautgewebe an, während der longitudinale den inneren Geweben eignet. Die Farbstoffzellen des ersteren gleichen den Epidermiszellen und unterscheiden sich nur durch ihren roten Inhalt von ihnen. Sie treten meist zu Gruppen und Zügen zusammen. Ihre Form besitzt vorzüglich Flächencharakter. Nach der erwähnten Behandlung mit Formol-Wasser und Eisenpnlver erkennt man einen stark vakuolisierten Plasmainhalt von dunkler Farbe mit einem oft deutlich sichtbaren, großen Zellkerne (Fig. 1).

Den zweiten Typus bilden Farbstoffzellen, die in die Länge gestreckt sind. Am ausgesprochensten zeigen diesen Charakter die langgestreckten Elemente mit rotem Inhalte, die, in axialen Reihen nach Art des Leitgewebes angeordnet, den Holz- und Bastteil der Gefäßbündel im Stamme bis in die feinsten Verzweigungen im

Blattgewebe begleiten und selbst in den Filamenten der Staubblätter sich vorfinden. Solche Zellen von mehr, minder gestreckter Gestalt treten ferner in den grünen Gewebeteilen der Achsen auf und sind ebenfalls axial orientiert; im zentralen Marke und im sklerenchymatischen Hypoderm fehlen sie. Im Mesophyll kommen sie zwischen den Zellen des Pallisadengewebes, denen sie gestaltlich gleichen, vor und finden sich auch im Schwammparenchym. Je nach der Reichlichkeit der roten Farbstoffzellen in dem Haut-, Grund- und Leitgewebe des Blattes entstehen die mannigfachen Nuancen von Rot bei den Varietäten von *Ricinus communis.* Am reichsten ist die Epidermis der Blattoberseite und das Aderwerk der Blattnervatur an diesen Zellen. Selbst ganz grüne Blattspreiten weisen noch rötliche Aderung auf, wie die Achse und ihre Verzweigungen überhaupt niemals der roten Farbstoffzellen gänzlich ermangeln.

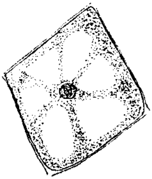


Fig. 1.

Epidermis, Mesopbyll und Leitgewebe der Hochblätter und Blütenbestandteile zeigen die Rötung immer im höchsten Ausmaße, wobei auch die Achsen der Infloreszenzen intensiver gefärbt sind. Im Mesophyll der Fruchtblätter, dem Mesokarp, findet man neben dem longitudinalen Typus, der die leitenden Elemente begleitet, noch die verschiedensten Variationen an Länge und Gestalt. Im Endokarp verlaufen in der äußeren und mittleren der drei Schichten die roten Zellen zirkulär, während sie in der inneren longitudinal verlaufen. In der äußersten Schichte der Testa findet man Farbstoffzellen vom epithelialen Typus.

In den Emergenzen des Gynöceums und den Narben enthält, neben der rotgefärbten Oberhant, das Grundgewebe und sein leitender Anteil gestreckte Farbstoffzellen. Die dünnen Hüllblätter der jungen Blütenstände und die Kelchblätter beider Blüten aber führen ihren Farbstoffreichtum vornehmlich im Hautgewebe; das spärliche Mesophyll ist meist farblos.

Das Ergebnis der anatomischen Untersuchung war also folgendes: Während vom Hautgewebe die Oberseite der Blätter und die Epidermen der Hochblattregion vorzüglich mit den Farbstoffzellen des epithelialen Typus ausgestattet sind, findet man immer longitudinale Elemente als Begleiter des Leitungsgewebes. Am wechselndsten ist der Farbstoff im Grundgewebe verteilt, wobei wieder die Hochblattregion den Vorzug hat, von den erwähnten Ausnahmen abgesehen.

Die Rötung des Sprosses ist mit zunehmendem Alter im Abnehmen begriffen. So zeigte das von mir studierte Material aus dem Prager Deutschen botanischen Garten neben bläulichroten jungen Blättchen alle Übergänge über Braunrot zu bräunlichem Grün alter Blattspreiten, in denen aber immer rote Nerven verliefen.

Untersuchung des roten Farbstoffes.

Was die chemische Natur der roten und blauen Pflanzenfarbstoffe anbelangt, sind die Ansichten der Autoren verschieden. WIGAND, PICK und eine Reihe späterer Untersucher halten die Erythrophylle und Anthokyane für Gerbstoff-Modifikationen oder Derivate derselben, eine Meinung, welche von anderen, wie W. PFEFFER (1897, 496) ausführt, mit Vorsicht aufgenommen wurde.

Die letzte Entscheidung dieser Frage hat die Chemie zu fällen. Mir war es darum zu tun, festzustellen, ob es der rote Zellinhalt selbst sei, dem die in der Literatur angeführten Gerbstoffreaktionen zukommen, oder ob die Farbstoffzellen neben der Flüssigkeit mit Gerbstoffcharakter vielleicht noch ein rotes, gelöstes Pigment enthielten, das unter Umständen von der Gerbstofflösung sich isolieren ließe. Diesen Gedanken hatte in mir der Umstand erweckt, daß in Alkohol die rote Farbe des Inhaltes der Farbstoffzellen verschwand, ohne daß die Gerbstoffreaktionen ausgeblieben wären. Meine Untersuchung hatte also zur Aufgabe, den roten Zellinhalt daraufhin zu prüfen, ob er roter Gerbstoff oder Gerbstoff mit einem roten Farbstoffe sei.

Die mikrochemischen Reaktionen ergaben, daß nach Zusatz verdünnter Säure zu einem frischen Schnitte oder einem Stück Hautgewebe der Farbstoff bald aus den Zellen ins Gewebe diffundierte. Verdünntes Alkali verfärbte zunächst den Zellinhalt der Farbstoffzellen blaugrünlich bis gelb mit zunehmender Konzentration, worauf ebenfalls der Farbstoff in das umliegende Gewebe austrat. Alkohol entfärbte, wie erwähnt, den roten Inhalt der Farbstoffzellen; in Formollösung blieb die Farbe länger erhalten. Am besten

erhielt sich der rote Zellinhalt in reinem Wasser. Wurde ein frisches Präparat in 5 % wässerige Lösungen von Eisenchlorid oder Eisenalaun gelegt und nach einiger Zeit untersucht, so hatte sich der rote Inhalt der Farbstoffzellen dunkelblau bis schwarz gefärbt. Dabei konnte man nicht entscheiden, ob diese Farbe die ursprüngliche rote verdecke oder an ihre Stelle getreten sei. Durch allmählichen Austritt des dunkelfarbigen Inhaltes wurde schließlich das ganze Präparat angedunkelt. 5 % wässerige Lösung von Kaliumbichromat rief keine augenfälligen Veränderungen hervor.

Ausführlicher ließ sich die makroskopische Untersuchung des roten Farbstoffes von *Ricinus communis* anstellen. Es galt zunächst zu prüfen, ob mit der Intensität der Rötung der verschiedenen Sproßteile auch der Gehalt an Gerbstoffen sich ändere. Zu diesem Zwecke wandte ich folgende Methode an: Das zu untersuchende Material wurde zerkleinert in Probegläschen getan, die mit den in der ersten Kolumne der Tabelle I angeführten Reagenzien gefüllt waren, und von Zeit zu Zeit besichtigt. Die übrigen Kolumnen geben die Farbe der Flüssigkeiten, in denen Proben vom Stengel, vom Blatte und der Blüte von *Ricinus communis* 24 Stunden gelegen hatten, an. Auf diese Art sollte geprüft werden, wie sich die Diffusion des Gerbstoffes aus den Geweben in die verschiedenen Reagenzien vollziehe, und seine Anwesenheit durch die Gegenwart von ferrum pulveratum angezeigt werden. Eisenpulver als Gerbstoffindikator hatte ich zuvor ausprobiert, indem ich es in verschieden starke Tanninlösungen eintrug. Dabei konnte ich beobachten, daß nach einiger Zeit dunkelviolette Schlieren vom Eisen in die Lösung zogen, bis diese einen tiefdunklen Ton angenommen hatte. Dasselbe trat bei Anwesenheit von metallischem Eisen in anderer Form ein, wenn auch langsamer.

Tabelle I

Reagenz	Stengel	Blatt	Blüte
Wasser	farblos	farblos	rötlich → farblos
Wasser + Eisenpulver	farblos	tombakbraun	violett
96% Alkohol	grünlich	grün	gelbgrün
96% Alkohol + Eisenpulver	grünlich	grünbraun	violettbraun
Formalin-Wasser	farblos	grünlich	farblos
Formalin-Wasser + Eisenpulver	trüb	braunviolett	dunkelviolett

Die Tabelle lehrt, daß nach 24 Stunden einesteils der rote Farbstoff in keinem der Lösungsmittel sichtbar vorhanden war — der rötliche Ton des Wassers verschwand kurze Zeit nach dem

Eintragen des zerkleinerten Materials —, andernteils die am stärksten geröteten Teile, die Blüten, bei Gegenwart von Eisenpulver in allen Fällen den intensivsten violetten Ton der Lösung hervorriefen.

Die eingetragenen Sproßteile selbst wiesen auch, im Falle die Lösungen farblos waren, dunkle Schnittränder auf; sonst zeigten sie dunkelblaue bis schwarze Färbung, die auf der Durchtränkung der Gewebe mit dem ausgetretenen Inhalte der Farbstoffzellen beruhte, wobei das Plasma der letzteren intensivere Dunkelfärbung erkennen ließ.

Zerkleinerte Blüten, die, wie Tabelle I zeigte, den roten Farbstoff und die Gerbstoffreaktionen am deutlichsten aufweisen, wurden zu weiteren Untersuchungen verwendet. Tabelle II führt in ihrer ersten Kolumne wieder die Reagenzien an, in welche das Material eingetragen wurde. Nach 24 Stunden wurden die Inhalte der Probegläschen untersucht; die zweite Kolumne enthält die Farbe der einzelnen Reagenzien, die dritte und vierte den Farbenwechsel derselben nach Zusatz von Eisenchlorid bezw. Eisenalaun in wässeriger Lösung.

Tabelle II.

Reagenz	Lösungs-Farbe	Eisenchlorid	Eisenalaun
Wasser	rötlich ⟶ farblos	grünlichschwarz	bläulichschwarz
96% Alkohol	gelbgrün	grünlichschwarz	schwarzblau
Formalin-Wasser	farblos	grünlichschwarz	dunkelblau
verd. HCl	rot	dunkelviolett	dunkelviolett
verd. H_2SO_4	rot	dunkelviolett	dunkelviolett
verd. HNO_3	rot ⟶ gelb	unverändert	unverändert
saurer Alkohol	rot	dunkelgrün	schwarzblau
10% NaOH	rötlichgelb	rostbraune Flocken	rostbraune Flocken
verd. $NH_3 \cdot H_2O$	blau ⟶ grün ⟶ gelb	dunkelgrün ⟶ gelbgrün	blauschwarz
verd. K_2CO_3	blau ⟶ grün ⟶ gelb	schwarz	blauschwarz

Aus der Tabelle II kann man ersehen, daß der rote Farbstoff, der sich in Alkohol und Formalin-Wasser nicht, in reinem Wasser aber spärlich und unbeständig löst, in Wasser und Alkohol, welche mit Säure versetzt wurden, intensiv und haltbar in Lösung geht. Eine beachtenswerte Ausnahme bildet in dieser Hinsicht und den Eisensalzlösungen gegenüber die verdünnte HNO_3 als Reagenz. Alkalische Lösungen lösen den Farbstoff blau und verfärben sich bald über grün nach gelb; NaOH hingegen liefert gelbe Lösungen, die mit zunehmender Konzentration ins Rötliche spielen. Durch Zusatz von Alkali lassen sich die sauren Lösungen blau bis gelb, die alkalischen durch Säurezusatz rot verfärben.

Bemerkenswert ist ferner, daß die reduzierenden Lösungsmittel, wie Alkohol und Formalinwasser, den Farbstoff in farbloser Modifikation enthalten. Sie färben sich auf Säurezusatz (auch HNO_3) rot, auf Zusatz von Alkali gelb. Dasselbe gilt auch von verblaßten wässerigen Lösungen, in denen wahrscheinlich der immer vorhandene Gehalt an Alkali die rötliche Farbe verschwinden läßt und in ein nicht wahrnehmbares Gelb überführt. Bei aller Variabilität der Farbe ergibt die Eisensalzreaktion bis auf die Lösungen in HNO_3 und NaOH einen mehr, minder deutlichen Gerbstoffnachweis. Bereits WIGAND (1862, 123) hat gefunden, daß der rote oder blaue Farbstoff der Blätter und krautigen Stengel aus einem farblosen Stoffe hervorgeht, „welcher sich schon vorher im Zellsafte aufgelöst befand und unter gewissen Umständen sich in Rot umwandelt, unter anderen Umständen wieder farblos wird und diesen Wechsel zuweilen mehrmals wiederholt.“ Daraus erhellt, daß dieser Autor unbedenklich das Anthokyan oder Phykoerythrin als roten Gerbstoff ansprach, der aus einer farblosen Modifikation reversibel sich zu röten vermag. Aber der Nachweis vermittels eines negativ verlaufenden Trennungsversuches von Farb- und Gerbstoff ist von keinem Autor unternommen worden.

Bisher haben meine Untersuchungen ergeben, daß die am stärksten geröteten Sproßteile von *Ricinus communis*, die Blüten, auch die Gerbstoffreaktionen am kräftigsten aufweisen. Ferner erwies sich die Färbung abhängig vom Charakter der Lösung: sie war in Säuren rot, in Basen blau bis gelb. Immer aber, abgesehen von HNO_3 und NaOH, wurden verschiedene Nüancen von Blau und Grün bei Zusatz von Eisensalzen erhalten, was den Gerbstoffcharakter der Lösungen erwies.

Den Abschluß meiner Versuche bildete das Unternehmen, eine eventuelle Trennung von Farb- und Gerbstoff zu erzielen. Zerkleinertes Blütenmaterial wurde in reinem Wasser mehrere Tage hindurch stehen gelassen. Dann wurde eine Probe des Wassers mit Säure versetzt; sie färbte sich sofort leuchtend rot, ein Zeichen, daß in dem Wasser das „Chromogen“ des roten Farbstoffes enthalten war. Eine zweite Probe, mit Eisenchlorid bezw. Eisenalaun behandelt, nahm die charakteristische Färbung an, die auf Gerbstoffe hinwies. Der filtrierte restliche Teil des Wassers, in dem die Blüten gelegen hatten, wurde mit Eieralbumin gut durchschüttelt und die auftretende Ausflockung nach einiger Zeit abfiltriert. Das Filtrat wurde abermals mit Eiweiß behandelt und filtriert, bis endlich keine Ausfüllung mehr erreicht werden konnte. Wurde nun dem letzten Filtrate Säure zugesetzt, so blieb die Rotfärbung der Lösung

aus, und eine Probe desselben mit den obigen Eisensalzen versetzt, blieb farblos. Hiermit ward also dargetan, daß das Eieralbumin mit dem Gerbstoff zugleich auch das Chromogen des roten Farbstoffes ausgefüllt hatte und folglich der Farbstoff von *Ricinus communis* als rote Modifikation eines Gerbstoffes anzusprechen sei.[1])

Die biologische Bedeutung des roten Farbstoffes wurde von H. PICK (1883, 346) gerade an *Ricinus communis* näher studiert. Seine Untersuchungen sollten beweisen, daß der rote Farbstoff als Lichtfilter wirke, unter dem die Chloroplasten die lokale Stärke in lösliche Kohlehydrate umzuwandeln vermöchten, welche dann weiteren Abtransport erführen. Der Versuch bestand darin, daß je ein Zipfel eines ausgewachsenen *Ricinus*-Blattes hinter Rubinglas, Orangeglas und eine wässerige Lösung roten Rübensaftes gebracht wurde und so dem Lichte ausgesetzt ward. Nach vierstündiger Belichtung wurden die betreffenden Stellen untersucht. Hinter dem Rubinglase hatte sich die Stärke vorwiegend im Leitungsgewebe und nur in Spuren in den Pallisadenzellen gebildet; das Orangeglas hatte kein nennenswertes Ergebnis gezeitigt; unter dem roten Rübensafte aber war alle Stärke aus dem Pallisadengewebe gewandert.

Diese Erklärung versagt aber ganz bei den schwach geröteten und grünen Formen, die, wie PICK (1883, 315) selbst angibt, auf demselben Standorte wie die tiefroten vorkommen können. Ferner bilden auch bei der intensivsten Rötung die Farbstoffzellen doch nur Gruppen und Züge in den Geweben, zwischen welchen das normale Licht eindringen kann. Das ganze Auftreten des roten Farbstoffes erscheint so wenig uniform, daß vorläufig wohl die Ansicht PFEFFERS (1897, 496) am annehmbarsten erscheint, welche „die Färbung nur als eine akzessorische Beigabe mit dem Besitze von Stoffen verknüpft, die eine anderweitige Rolle im Dienste des Organismus spielen."

Literatur.

1. BAILLON, H., Histoire des plantes V. 1874. Euphorbiacées.
2. FITTING, H., Über eigenartige Farbänderungen von Blüten und Blütenfarbstoffen. Zeitschr. f. Bot. 1912, 81.
3. HABERLANDT, G., Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1909.

1) Selbstverständlich soll dieses Ergebnis unter dem Begriffe „Gerbstoff" nicht mehr beinhalten, als was die Literatur bisher darunter verstanden wissen will, *nämlich einen chemischen Komplex mit den erwähnten Reaktionen*, deren Kiterium dem strengen Chemiker keine weiteren Schlüsse gestattet, die aber biologisch immerhin eine Phase im Stoffwechsel charakterisieren.

4. MIELKE, G., Über die Stellung der Gerbsäuren im Stoffwechsel der Pflanzen. Ref. B. C. B. 1894, 280.
5. NICKEL, E., Zur Physiologie der Gerbstoffe und der Trioxybenzole. B. C. B. 1891, 394.
6. PAX, F., Die Anatomie der Euphorbiaceen. Englers bot. Jahrb. 1884, 395.
7. — —, Euphorbiaceae in Engler-Prantl, Nat. Pflanzenfam. III. D. 5. Abt. 1.
8. PFEFFER, W., Pflanzenphysiologie I. Leipzig 1897.
9. PICK, H., Über die Bedeutung des roten Farbstoffes bei den Phanerogamen. B. C. B. 1883, 281, 315, 343, 375.
10. SOLEREDER, H., Systematische Anatomie der Dikotyledonen. Stuttgart 1899; Ergänzungsband 1908.
11. WAAGE, Th., Über das Vorkommen des Phloroglucins in den Pflanzen. B. D. B. G. 1890, 250.
12. WIGAND, A., Einige Sätze über die physiologische Bedeutung des Gerbstoffes und der Pflanzenfarbe. Bot. Ztg. 1862, 121.

Prag, Botanisches Institut der k. k. deutschen Universität, September 1917.

---

59. Ernst Lehmann: Vererbungsversuche mit Veronica syriaca Roem. et Schultes.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 2. Oktober 1917.)

Zu Vererbungsuntersuchungen in der Gattung *Veronica* hatte ich schon seit einer Reihe von Jahren auch *V. syriaca* herangezogen. Wenngleich diese Untersuchungen durch den Krieg eine jähe Unterbrechung erlitten, so möchte ich doch, nachdem ich nunmehr wieder einige ergänzende Versuche anstellen konnte, eine vorläufige Mitteilung über bisher erzielte Ergebnisse machen.

1. Selbststerilität.

Als ich mich im Jahre 1911 dazu wandte, verschiedene Rassen von *V. syriaca* miteinander zu bastardieren, wurde ich alsbald dadurch überrascht, daß *V. syriaca* ausgesprochen selbststeril ist. Mir war bis dahin noch keine selbststerile *Veronica* begegnet, meine Hauptversuchspflanzen, die *Agrestes*, sind zudem zumeist vorwiegend autogam. Unterdessen hat CORRENS (vgl. LANGE, Beiträge zur biologischen Blütenanatomie in COHNs Beitr. z. Biol. d. Pflanzen 1916, S. 265) Selbststerilität bei *V. gentianoides* beobachtet.

Ich habe die Selbststerilität der *V. syriaca* durch eine Reihe von Bestäubungen erwiesen, die in folgender Tabelle zusammengestellt sind.

Tabelle 1.

Selbst- und Fremdbestäubungen bei *V. syriaca*.

Blüte bestäubt mit	Versuchspflanzen	Blüte	Fruchtansatz	Bemerkungen
eigenem Pollen	11,1 × 11,1	1	0	Nach der Einzelbeobachtung wurde die Pflanze noch längere Zeit isoliert von anderen *syriaca*-Pflanzen, aber der Insektenbestäubung zugänglich gehalten, **ohne** daß irgend ein Fruchtansatz unter ca. 60 Blüten zu beobachten gewesen wäre.
		2	0	
		3	0	
		4	0	
		5	0	
		9	0	
		17	0	
	11,3 × 11,3	—	0	
	11,6 × 11,6	1	0	
		3	0	
		4	0	
	11,7 × 11,7	—	0	
Pollen aus Nachbarblüten	11,1 × 11,1	6	0	
		15	0	
		16	0	
Pollen aus Blüten anderer Pflanzen	11,1 × 11,2	7	+	
	11,3	8	+	
	11,7	11	+	
	11,6	12	+	
	11,7	13	+	
	11,7	14	+	
	11,6	18	+	
	11,4 × 11,9	—	+	
	11,7	—	+	
	11,7	—	+	
	11,5 × 11,4	—	+	
	11,1	—	+	
	11,6 × 11,1	—	+	

Die Tabelle zeigt deutlich, daß Blüten mit Pollen der eigenen Pflanze bestäubt, keine Früchte ansetzen. In allen den 1911 ausgeführten Fremdbestäubungen kam es dagegen zum Fruchtansatz.

Unterdessen habe ich aber in Bastardnachkommenschaften auch Individuen gefunden, welche miteinander steril sind, während sie mit Pollen anderer Pflanzen bestäubt, Samen ansetzen. Es zeigt sich also, daß auch bei *V. syriaca* die Selbststerilität nicht auf rein individueller Basis beruht, sondern offenbar untereinander fruchtbare und unfruchtbare Biotypen vorkommen (vgl. CORRENS, Selbststerilität u. Individualstoffe 1912). Die nähere Untersuchung dieser Verhältnisse ist im Gange.

2. Die Vererbung der Blütenfarben.

Bei sehr vielen *Veronica*-Arten kommen neben den häufigsten blauen auch rosa und weiße Varietäten vor. Die Vererbungsweise nach Bastardierung blau und weißblühender Varietäten von *V. longifolia* wurde schon von DE VRIES untersucht. Er schreibt darüber in Mutationstheorie 1903. II. S. 155: „Im Jahre 1889 erhielt ich durch die Freundlichkeit des Herrn Professor J. W. MOLL eine blaublühende Pflanze dieser Art, welche sich später als Bastard ergab. Im Jahre 1892 erntete ich von ihr Samen, welche ich im nächsten Frühling unter den erforderlichen Sorgen, um sie noch in demselben Sommer zur Blüte zu bringen, aussäte. Es blühten 214 Pflanzen, von denen 166 blau und 48 weiß, also 22 pCt."

Wenngleich nun hiernach auch von vornherein einfache MENDELsche Spaltung für die Farbenvarietäten von *V. syriaca* zu erwarten war, so habe ich doch gelegentliche Kreuzungen angestellt, deren Ergebnisse ich hier mitteilen möchte.

Tabelle 2.

Kreuzung verschiedenfarbiger Varietäten von *V. syriaca*.

a) Blau und rosa.

Eltern	Nr.	Beschaffenheit	Zur Samengewinnung	Nr.	Beschaffenheit
1. rosa × blau	1330	185 blaublühende Pflanzen	1330, 36, 5	1415	24 blau 10 rosa
2. 1302 blau × 1307,4 rosa	1404	21 blaublühende Pflanzen		1605/09	26 blau 4 rosa
1+2					50 (78 %) blau 14 (22 %) rosa
3. a (rosa) × (blau)	1101	blau		1307	10 rosa 12 blau
4.		eine blaue unisolierte Blüte (Heterozygote) mit Pollen einer rosaen Blüte belegt		12102	11 rosa 13 blau
3+4					21 (46 %) rosa 25 (54 %) blau
b) Blau und weiß.					
5. 1308,23 blau × 1340,1 weiß	1402	80 blaublühende Pflanzen	untereinander bestäubt Nr. 1, 2, 3, 4, 8, 9	1611	114 (79 %) blau 29 (21 %) weiß
6.		1402, 1—4 blau (Heterozygote) bestäubt mit 1420 (reinweiß)			23 (48 %) blau 25 (52 %) weiß

Nach diesen Zahlen ist nicht zu bezweifeln, daß die Farbenvarietäten der Blüten von *V. syriaca* nach einfachen MENDELschen Verhältnissen spalten.

3. Blütenvariationen.

Über Abweichungen vom normalen Bau der *Veronica*blüte war für *V. syriaca* in der Literatur nichts zu finden. PENZIG (Teratologie II, 1894, S. 216) nennt *V. syriaca*, ohne indessen auf die Blüte bezügliche Variationen zu erwähnen, anderwärts sind mir keine Angaben bekannt geworden.

Als ich meine Versuche begann, lagen mir auch durch mehrere Jahre nur Rassen mit normalem, typischen Blütenbau vor. Erst 1914 bekam ich in einer Samensendung von HAAGE und SCHMIDT Material in die Hand, welches ungemein reich an Blütenvariationen war. Ich komme auf die einzelnen, im Bilde darzustellenden Variationen an anderer Stelle eingehend zurück. Hier seien nur einige besonders interessierende Daten herausgehoben.

Die beobachteten Blütenvariationen bestanden zum größten Teil in Spaltung der in der normalen *Veronica*-Blüte vorhandenen Blumenblätter und in Vermehrung der Kelchblattzahl. Dabei wurde teilweise die normale Symmetrie der Glieder beibehalten, in anderen Fällen traten andere Symmetrieverhältnisse auf. Metamorphose der Glieder wurde selten beobachtet, ebenso traten Variationen im Gynaeceum und Androeceum nur ausnahmsweis auf.

Kelchblattkreis.

Die Zahl der Kelchblätter variiert einmal im normalen morphologischen Grundplan der *Veronica*-Blüte von 4 zu 5 durch Auftreten des bei den meisten *Veronica*-Arten ausgefallenen hinteren 5. Kelchblatts. Weiter aber tritt auch der bei *Veronica* bisher nur ganz ausnahmsweis festgestellte Fall nicht selten auf, daß ein vorderes 5. Kelchblatt — zwischen den beiden vorderen Sepalen — hinzukommt. Nicht selten sind vorderes und hinteres Kelchblatt in derselben Blüte vorhanden, woraus dann sechsblättrige Kelche resultieren. Sechsblättrige Kelche können aber auch durch Auftreten zweier hinterer Kelchblätter zustande kommen. Höhere Zahlen als 6 wurden nur ganz ausnahmsweise im Kelch festgestellt.

Blumenblattkreis.

Die Petalenzahl kann im Gegensatz zum Kelch von 2—10 schwanken. Die Zwischenzahlen können durch alle möglichen Kombinationen der Zahlen der einzelnen Glieder zustande kommen. Eine Übersicht bietet

Tabelle 3. Petalenvariationen.

Gesamtzahl der Blumenblätter	Spezielle Angabe der Blumenblätter	Formel
5.	hinteres Kronblatt verdoppelt	$1 \frac{2}{1} 1$
	vorderes „ „	$1 \frac{1}{2} 1$
	seitliches „ „	$2 \frac{1}{1} 1 \quad 1 \frac{1}{1} 2$
6.	hinteres und vorderes Kronblatt verdoppelt	$1 \frac{2}{2} 1$
	3 vordere Kronblätter	$1 \frac{1}{3} 1$
	3 hintere „	$1 \frac{3}{1} 1$
	beide seitlichen Kronblätter verdoppelt	$2 \frac{1}{1} 2$
	2 vordere und 1 seitliches Kronblatt verdoppelt	$2 \frac{1}{2} 1 \quad 1 \frac{1}{2} 2$
	2 hintere „ 1 „ „ „	$1 \frac{2}{1} 2 \quad 2 \frac{2}{1} 1$
7.	vordere Kronblätter 4	$1 \frac{1}{4} 1$
	3 hintere, 2 vordere Kronblätter	$1 \frac{3}{2} 1$
	2 „ , 3 „ „	$1 \frac{2}{3} 1$
	3 vordere Kronblätter, 1 seitlich verdoppelt	$1 \frac{1}{3} 2 \quad 2 \frac{1}{3} 1$
	2 „ „ , beide seitlich verdoppelt	$2 \frac{1}{2} 2$
	2 vordere, 2 hintere Kronbl., 1 seitl. verdoppelt	$2 \frac{2}{2} 1 \quad 1 \frac{2}{2} 2$
8.	2 hintere, 4 vordere Kronblätter	$1 \frac{2}{4} 1$
	4 „ , 2 „ „	$1 \frac{4}{2} 1$
	3 „ , 3 „ „	$1 \frac{3}{3} 1$
	2 „ , 3 „ „ , 1 seitl. verd.	$2 \frac{2}{3} 1$
	2 vordere, 2 hintere, beide seitlich verdoppelt	$2 \frac{2}{2} 2$
9.	3 hintere, 4 vordere Kronblätter	$1 \frac{3}{4} 1$
	2 „ , 5 „ „	$1 \frac{2}{5} 1$
	4 vordere, beide seitlich verdoppelt	$2 \frac{1}{4} 2$
	3 hintere, 3 vordere, 1 seitlich verdoppelt	$2 \frac{3}{3} 1$
	2 hintere, 3 vordere, beide seitlich verdoppelt	$2 \frac{2}{3} 2$
10.	3 hintere, 5 vordere Kronblätter	$1 \frac{3}{5} 1$

Die Häufigkeit, in welcher Kelch- und Kronenvariationen auftreten, unterliegt erheblichen Schwankungen. Die Kelchvariationen treten in den bisher untersuchten Rassen nicht häufiger als zu ca. 30 pCt. auf. Die Kelche mit vorderem 5. Kelchblatt waren auffallenderweise häufiger, als die mit hinterem 5. Kelchblatt.

Die Kronenvariationen kamen in sehr wechselnder Häufigkeit vor. Ich betonte ja schon, daß mir anfangs Rassen mit fast durchgehends normal gebauten Blüten vorlagen. Diesen Rassen gegenüber stelle ich die folgenden 1914 erzogenen Stämme:

Tabelle 4.
Stämme mit verschiedenem Gehalt an Petalenvariationen.

Petalen	4		5	6	7	8	9	5—9		insgesamt
1420	821	17,6 %	2191	1311	297	35	8	3835	82,4 %	4658
1433	23	8 %	92	109	42	13	6	262	92 %	285
1425	365	67 %	145	35	—	1	—	181	33 %	546

In 1420 und 1433 liegen also Stämme mit über 80 bzw. 90 pCt. abweichender Blumenkronen vor.

Es ist nun nicht zu bezweifeln, daß sowohl das Auftreten der Kelch- und Kronenvariationen überhaupt als bis zu einem gewissen Grade das Ausmaß ihrer Häufigkeit erblich begründet ist. Ganz besonders nach meinen früheren Untersuchungen an *V. Tournefortii* war daran kaum noch zu zweifeln. Die Selbststerilität erschwert nun allerdings die genauere Analyse der an sich schon schwierigen Erblichkeitsverhältnisse ziemlich erheblich, doch gelingt es stets unter völlig gleichen Kulturbedingungen variantenreiche und arme Stämme zu erziehen. Das Verhalten dieser Stämme nach Bastardierung ist noch nicht zu Ende untersucht. Es wird später im Zusammenhange mit entsprechenden Untersuchungen bei *V. Tournefortii* darüber berichtet werden.

Es erhob sich aber nun die weitere Frage: Wenn Variationen im Petalen- und Sepalenkreis in derselben Blüte auftreten, welches ist dann ihr gegenseitiges Verhalten. Ich habe dasselbe vor allem in Stamm 1420 verfolgt und gebe das Resultat in Tabelle 5.

Betrachten wir diese Tabelle, so erscheint zuerst das Auftreten von Kelch- und Kronenvariationen durchaus unabhängig voneinander vor sich zu gehen. Von den 3763 Blüten mit normalen

Tabelle 5.

Korellationstabelle für Kelch- und Kronenvariationen.

Kelche \ Kronen	4	5^3 s	5^2 v	5^2 h	6^2 h 2 v	6^3 v	6^3 h	6^2 s 2 s	6^2 v 2 s	6^2 h 2 s	7^3 h 2 s	7^4 s	7^3 v 2 s	7^3 h 2 v	7^2 v 2 s 2 s	7^4 v	7^2 h 2 s 2 v	7^2 h 3 v	8^2 h 2 s 3 v	8^2 v 2 h 4 s	8^2 h 4 v	8^3 h 3 v	9^2 h 2 s 2 s 3 v	9^4 s 4 v	9^3 h 4 v
3	2		1	2	2																				
4	784	3	1509	279	753	186	3	1	11	2			2	4	1	12	5	183			15	1		1	1
5 v	10		268	9	143	58	1	1	1					1		3	3	43	1	2	7				
5 h	23		30	75	75	6	1		1		1	1		3	2			15			2		1		
6 h v	2		13	2	57	4								1		1		13		4	2				
6^2 v			4		1	2										1		2							
6^2 h				1	2																				
7^1 h 2 v																					1				
Summe	821	3	1820	368	1033	256	5	2	13	2	1	1	2	9	3	17	8	256	1	6	27	1	1	1	1

v = vorn, h = hinten, s = seitlich.

vierblättrigen Kelchen besitzen fast 3000 anormale, nur 784 normale Kronen. 1509mal trifft bei einer Gesamtzahl von 4658 gezählten Blüten vierblättriger Kelch mit 5blättriger, vorn verdoppelter Krone zusammen; von den Kronen mit sieben und mehr Petalen fallen 233 auf 4blättrige, nur 112 auf 5—7blättrige Kelche. So erscheinen die Variationen im Sepalen- und Petalenkreis völlig unabhängig voneinander zu sein. Gehen wir aber dann näher auf die erhaltenen Werte ein und ordnen sie in geeigneter Weise, so ergeben sich dennoch weitgehende Abhängigkeiten der Blütenvariationen beider Kreise untereinander. Betrachten wir als Beispiel nur das Auftreten 5blättriger Kelche und Kronen. Wir sehen, daß 5blättrige Kelche sowohl mit hinterem als vorderem 5. Kelchblatt vorkommen, ebenso traten 5blätterige Kronen mit vorn, wie solche mit hinten verdoppeltem Kronblatt auf. Ordnen wir diese nun nach der Häufigkeit ihres Auftretens in ein Vierfelderschema und berechnen den Korrelationskoeffizienten r (siehe JOHANNSEN, 1913, Elemente, S. 344) so erhalten wir

		Krone 5blättrig: 2 vordere Kronblätter	Krone 5blättrig: 2 hintere Kronblätter
Kelch 5blättrig	5. Kelchblatt vorn	268	9
	5. Kelchblatt hinten	30	75

$r = +0{,}7388 \pm 0{,}0137.$

Wir finden also eine hohe Korrelation zwischen vorn bzw. hinten verdoppelten Kronblättern und vorderem bzw. hinterem 5. Kelchblatt.

M. a. W.: Es müssen irgendwelche Gründe vorliegen, welche bestimmend dahin wirken, daß in Blüten mit vorderem 5. Kelchblatt vornehmlich das vordere Kronblatt gespalten wird, in Blüten mit hinterem 5. Kelchblatt vornehmlich das hintere Kronblatt. Diese engen Beziehungen werden besonders auffallend, wenn wir die folgenden beiden Überlegungen anstellen. Die allgemeinen Beziehungen zwischen Sepal- und Petalvariationen sind in unserer Rasse, wie wir oben sahen, sehr geringe; dennoch der hohe Korrelationskoeffizient für Verdoppelung der Kronblätter und Auftreten des 5. Kelchblatts vorn bzw. hinten. Weiterhin ist, obgleich Blüten mit vorderem 5. Kelchblatt in 4blättrigen Kronen unserer Rasse mehr als 5mal so häufig sind als Blüten mit hinterem 5. Kelch-

blatt (1509 : 279) in Blüten mit hinten verdoppeltem Kronblatt umgekehrt das hinten 5. Kelchblatt $2^1/_2$ mal so häufig als das vordere 5. Kelchblatt (30 : 75).

Die Gründe für diese Korrelation liegen noch nicht vollkommen klar. Davon, daß sie nicht rein mechanisch sein können, wird sich jeder bei aufmerksamer Betrachtung unserer Korrelationstabelle überzeugen (man vergleiche nur die Reihe mit den 4 blätterigen Kelchen). Vorerst wird die Natur dieser Korrelation durch eingehende Erblichkeitsanalyse weiter zu klären sein (vgl. JOHANNSEN, Elemente 1913, S. 314).

Zweifellos werden wir auf diesem Wege tiefer in die Gestaltungsprobleme am Blütenvegetationspunkt unserer *Veronica syriaca*, wie wohl auch anderer Pflanzen einzudringen imstande sein. Denn „wie bei der Analyse eines jeden Gestaltungsvorganges" stoßen wir auch bei der Untersuchung der Blütenbildung „sehr bald auf einen Punkt, wo unsere Analyse vorderhand Halt machen und „zu inneren Gründen" ihre Zuflucht nehmen muß" (WINKLER, Unters. z. Theorie der Blattstellungen II. Jahrb. f. wiss. Bot. 1903, S. 540). Diese inneren Gründe sind aber, wie es bei WINKLER weiter heißt, auf „innere Kräfte" zurückzuführen, als welche in erster Linie Korrelations- und Vererbungsfaktoren in Frage kommen.

Heute, wo durch das eingehende Studium dieser Faktoren in den letzten Dezennien die Möglichkeit geboten ist, sich ihrer in weitgehendstem Maße zu bedienen, ist es an der Zeit, auch manches alte morphologische Problem mit diesen neuen Hilfsmitteln zu beleuchten.

Für *Veronica syriaca* haben wir erfahren, daß trotz erblich sicher weitgehend unabhängiger Variation in Sepalen- und Petalenkreis beim Zusammentreffen solcher Variationen in beiden Kreisen einer Blüte bestimmte morphologische Kombinationen leichter realisiert werden als andere, die an sich durchaus nicht unmöglich sind.

60. K. Linsbauer: Ueber regenerative Mißbildungen an Blüten-Köpfchen.

(Mit 2 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 8. Oktober 1917).

In einer nachträglichen Anmerkung zu meinen „Studien über die Regeneration des Sproßvegetationspunktes"[1]) habe ich in Kürze darauf hingewiesen, daß eine von P. RICHTER[2]) an *Helianthus*-Köpfchen beschriebene „Abnormität" nach meiner Auffassung als Regeneration einer verletzten Inflorescenz-Anlage zu deuten ist, und daß wahrscheinlich auch andere als sogenannte „Monstrositäten" beschriebene Fälle in dieselbe Kategorie von Erscheinungen gehörten.

Einige inzwischen von L. GEISENHEYNER[3]) unter dem Titel „Teratologisches und Blütenbiologisches" mitgeteilte Beobachtungen veranlassen mich, auf diesen Gegenstand neuerlich zurückzukommen. GEISENHEYNER beobachtete nicht nur bei *Helianthus* bisweilen „auch in der Scheibenmitte eines sonst ganz normalen Körbchens ein Büschel oder einen Kranz von Zungenblüten, bei genauerer Untersuchung auch kleine grüne Hüllkelchblätter", sondern konnte gelegentlich ähnliche Deformationen bei anderen Kompositen, z. B. bei *Tanacetum indicum* Sch. Bip. und bei *Arnica montana* auffinden. Mit Recht lehnt Verf. für diese Fälle die von P. RICHTER für *Helianthus* gegebene Deutung ab. RICHTER kam durch Vergleich mehrerer fertig ausgebildeter Fälle zu folgender Anschauung über das Zustandekommen dieser auffälligen Bildung[4]): „In einem zeitigen Stadium der Entwicklung ist an dem Kopf, . . . durch äußeren Druck veranlaßt, eine Einbuchtung aufgetreten, die im Verlauf des Wachstums von der Peripherie aus gegen das Zentrum zu fortschritt, alle randständigen Elemente mit sich ziehend. Später verwuchsen die Röhrenblüten tragenden Teile der Scheibe, welche die Bucht begrenzen, die Entstehung der Zungenblüten und Hüllkelchblätter an den Rändern

1) Denkschr. d. Kais. Akd. d. Wiss.; math. nat. Kl., Bd. 93, 1915, S. 107—138.

2) Diese Berichte, Bd. 8, 1890, S. 231.

3) Diese Berichte, Bd. 34, 1916, S. 775.

4) l. c., S. 232. Vgl. auch Taf. XVI.

der Bucht unterblieb, und jetzt sehen wir den im Innern entstehenden, nunmehr geschlossenen Trichter vollkommen von Röhrenblüten eingeschlossen. Die Zungenblüten und die Hüllkelchblätter desselben gelangten nun weiterwachsend zu beinahe normaler Größe."

Diese Deutung besteht in einer Aneinanderreihung unbewiesener und zum Teil auch garnicht wahrscheinlicher Annahmen. Es ist vor allem auch nicht einzusehen, woher der seitliche Druck kommen soll, der zur Einbuchtung des in Entwicklung begriffenen Köpfchens führen soll.

GEISENHEYNER hält übrigens auch eine frühzeitige Verletzung des Köpfchens als Ursache der abnormen Ausbildung für sehr unwahrscheinlich und glaubt eine andere, weniger gezwungene Erklärung gefunden zu haben, indem er sie als „florale Prolifikation" des Blütenstandes auffaßt.

Eine „Erklärung" für die Entstehung des zentralen Zungenblütenschopfes ist damit freilich nicht gegeben, sondern nur eine vorläufige Klassifikation auf Grund eines äußerlichen Merkmals. Der Terminus sagt über die Ursache der Erscheinung nicht das Geringste aus; es bleibt sogar dahingestellt, ob sie auf äußere Einwirkungen hin zur Entwicklung gelangt oder aus „inneren" Gründen auftritt.

MASTERS[1]) charakterisiert die Prolifikation des Blütenstandes als „eine Bildung von überzähligen Knospen, seien es Blatt- oder Blütenknospen, welche sitzend oder gestielt sein können, wobei die gewöhnlichen Knospen nicht notwendig verändert zu sein brauchen." Bei der median-floralen Prolifikation erhebt sich nun eine neue Inflorescenz über die primäre[2]). Der allgemeinen Definition entsprechend wäre jene als Produkt einer in der primären Inflorescenz entstandenen Knospe aufzufassen.

GEISENHEYNER schildert nun den von ihm beobachteten Fall etwa folgendermaßen: ziemlich in der Mitte der Köpfchenscheibe trat ein kleines längliches Köpfchen etwas aus der Fläche heraus, das von einer doppelten Reihe von Hüllblättern umgeben war; um die mittleren herum standen noch mehrere (fünf) ganz unregelmäßige Köpfchen. „Sie sind nicht aus dem Blütenboden losgelöst, auch nicht so vollkommen durch Hüllkelchblätter und Zungenblüten von der Hauptscheibe abgesondert, sondern haben solche nur nach der Mitte des Kopfes zu ausgebildet und nach außen zu ist kein Unterschied zwischen den Achänen der sekundären und des primären

---

1) Pflanzenteratologie. Deutsche Ausgabe von O. DAMMER, 1886, S. 123.
2) MASTERS, l. c., S. 126.

Kopfes" [l. c., S. 777][1]). Ein morphologischer Beweis, daß diese sekundären Köpfchen auf überzählige Knospen zurückgehen, ist mit dieser Schilderung des fertigen Zustandes natürlich nicht erbracht.

Nach meinen Erfahrungen erklärt sich dieser Fall ganz ungezwungen als regenerative Mißbildung, d. h. als Ergebnis einer Entwicklungsstörung durch eine frühzeitige Verletzung des Vegetationspunktes, die durch regenerative Vorgänge ihre Ausheilung gefunden hat. Ich habe auf experimentellem Wege, durch künstlichen Einstich oder Einschnitt ganz ähnliche Bildungen erzielt, wie sie von RICHTER und GEISENHEYNER in der Natur beobachtet wurden.

In meiner eingangs erwähnten Arbeit habe ich gezeigt, daß bei einer in entsprechend frühem Stadium angebrachten Verletzung die Wundstelle selbst von einem Kallus bedeckt wird, die Entwicklungsprozesse am Wundrande jedoch eine Förderung erfahren, indem es hier zur abnorm frühzeitigen Anlage von Seitenorganen kommt; ob an diesen Stellen Hüllblätter oder Strahlblüten gebildet werden, hängt nur vom Zeitpunkte der Verletzung ab. Wie die erhaltenen Meristemteile zu neuen Organisationszentren werden, will ich hier nicht nochmals wiederholen; ich will nur übersichtlich im Schema den Zusammenhang zwischen der Form der Wundfläche und der dadurch bedingten Art der Ausheilung darstellen, um die Mannigfaltigkeit der regenerativen Mißbildungen, wie sie tatsächlich zur Beobachtung gelangen, anschaulich zu machen. Den nebenstehenden schematischen Darstellungen ist die Annahme zugrunde gelegt, daß die Verletzung überall im gleichen Entwicklungsstadium der Köpfchenanlage erfolgte.

Wird die Köpfchenscheibe median durchschnitten (a), so ergeben sich zwei vollkommene Köpfchen. Da ihre ursprünglich halbkreisförmige Form durch nachträgliche Wachstumsvorgänge mehr oder minder kreisförmig wird und die Wundstelle selbst, welche am Wachstum keinen Anteil mehr nimmt, am herangewachsenen Köpfchen kaum mehr aufzufinden ist, so gewinnt man den Eindruck der Bildung eines Doppelköpfchens durch Spaltung (Fission). Hat der Einschnitt die Scheibe nur zum Teil durchtrennt (b), so wird die Infloreszenz einseitig eingebuchtet werden; es resultieren Bildungen, wie sie P. RICHTER beschreibt[2]). Die Stellung der Hüllblätter und Strahlblüten in der Einbuchtung entspricht den an

1) Ganz ähnlich lautet die Beschreibung eines anderen vom Verfasser schon früher beobachteten Falles.

2) l. c., Taf. XVI, Fig. 2 u. 3.

dieser Stelle gemachten Angaben, nur verdanken sie ihre Entstehung einem Regenerationsprozeß, während RICHTER die Buchtränder als Einstülpung der Peripherie der Scheibe auffaßt.

Wenn die Verletzung durch einen medianen Einstich erfolgt, werden die herangewachsenen Köpfchen je nach dem Durchmesser der Wunde ein verschiedenes Aussehen gewähren. Ist die Verletzung nur geringfügig (c), so wird in der Scheibenmitte ein Schopf

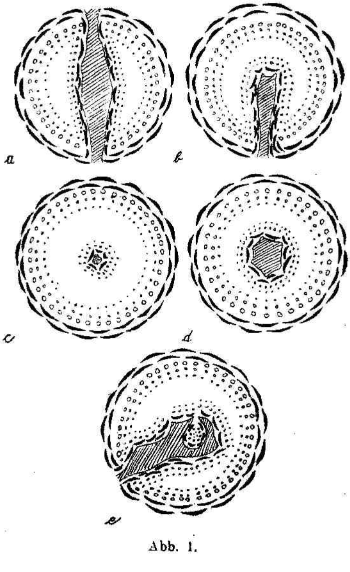


Abb. 1.

von Hüllblättern und Strahlblüten zu sehen sein, wie ich es z. B. auf Taf. I, Fig. 4 u. 5 abgebildet habe. Ist der Querschnitt der Wunde größer, so wird sich ein ringförmiges Köpfchen mit einem inneren Kranz von Hüllblättern bezw. Strahlblüten ausbilden (d). Häufig wird es vorkommen, daß bei der Verletzung der Scheibenanlage das Meristem unregelmäßig einreißt; es bilden sich dann

mehrere verschieden große Lappen (e). Isoliert sich ein solcher Lappen bei seiner Weiterentwicklung mehr oder minder vollkommen, wie es in der Mitte der schematischen Abb. angedeutet ist, so wird er zu einem scheinbar selbständigen Köpfchen[1]). Ein solches Köpfchen scheint dann aus der Scheibe herauszutreten, während die mit der ursprünglichen Meristemscheibe im Zusammenhange gebliebenen Lappen unregelmäßig und „nicht aus dem Blütenboden losgelöst“ erscheinen. Wir erhalten also genau dasselbe Bild, das GEISENHEYNER (l. c., S. 777) beschreibt.

Abbildung 2 gibt einen ähnlichen Fall bei Lupenvergrößerung wieder. An der Peripherie des Köpfchens (PP), dessen äußere Hüllblätter abpräpariert wurden, sind die normalen, schematisch eingezeichneten Blütenanlagen zu erkennen. Die von einem Kallus bedeckte Wunde (W) umsäumt einen unversehrt gebliebenen Lappen

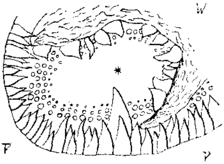


Abb. 2.

der Blütenscheibe, der mit dem Randteile im Zusammenhange geblieben ist. An dem der Wunde zugekehrten Teil haben sich regenerativ Hüllblätter und Blütenanlagen ausgebildet. Da sich bei * ein neues Organisationszentrum differenziert hat, in bezug auf welches die Blütenanlage von allen Seiten zentripetal vorschreitet, muß sich aus dem Lappen ein mehr oder minder selbständig erscheinendes Blütenköpfchen innerhalb der Gesamtinfloreszenz entwickeln.

Die Mannigfaltigkeit in der Ausbildung derartiger regenerativer Mißbildungen ist umso größer, als — wie ich a. a. O. (S. 132) zeigte — die Köpfchenanlage in jedem Zeitpunkte ihrer Entwicklung nur zur Bildung bestimmter Organe von unter sich gleicher Dignität befähigt ist.

1) Ich verweise auf Taf. IV, Fig. 24 meiner Arbeit und den erläuternden Text auf S. 128.

Es ist naturgemäß, daß ich aus meinen Versuchen nur per analogiam auf das Zustandekommen der in der Natur gelegentlich beobachteten „Abnormitäten“ schließen kann. Da sich aber die verschiedenen Fälle von Mißbildungen der *Helianthus*köpfchen ganz ungezwungen als Folgen von frühzeitigen Verletzungen verstehen lassen und die Möglichkeit derartiger Verletzungen unter natürlichen Umständen nicht zu bezweifeln ist, kommt der gegebenen Deutung, wie ich meine, ein hoher Grad von Wahrscheinlichkeit zu.

Ob auch andere von GEISENHEYNER am *Helianthus*-Köpfchen beobachtete teratologische Erscheinungen auf zeitlich und räumlich bestimmte mechanische Verletzungen des Vegetationspunktes zurückzuführen sind, vermag ich nicht zu beurteilen. Ich halte es jedoch für nicht ausgeschlossen, daß sehr frühzeitige Verletzungen der Köpfchenanlage auch zu Bildern führen könnten, wie sie Verfasser in Fig. 3 u. 4 wiedergibt.

Jedenfalls wäre der Versuch dankenswert, auch solche Bildungen experimentell zu erzeugen, wie es denn überhaupt wünschenswert wäre, wenn die Teratologie mehr als es bisher üblich ist, aus den unfruchtbaren Bahnen deskriptiver Darstellung heraustreten und sich in den Dienst der experimentellen Morphologie stellen würde, die daraus großen Nutzen ziehen könnte.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit noch einer bemerkenswerten Erscheinung gedenken, auf die ich durch die Beobachtungen von GEISENHEYNER und namentlich von GÜNTHART[1]) aufmerksam wurde. — Insbesondere der letztgenannte Autor hat die bekannte Erscheinung der unregelmäßigen Aufblühfolge von *Dipsaceen*köpfchen zum Gegenstande eingehender Untersuchungen gemacht. Im Zusammenhange mit unserem Thema gewinnt eine Beobachtung besonderes Interesse, nämlich der vom Verfasser nachgewiesene Zusammenhang zwischen Förderung einzelner Blütenzonen des Köpfchens und der Längsschnittsform des Blütenbodens. „Wo dieser stark gekrümmt ist, also vorzugsweise an der Spitze, oft aber auch in einer mittleren Zone, tritt das Blühen zeitlicher ein.“ Der Verfasser denkt daran (Flora, l. c., S. 245), daß die Förderung an diesen Stellen darauf zurückzuführen wäre, daß die Blüten an solchen Stellen mehr „Raum“ zur Verfügung hätten, stellt aber weitere Untersuchungen über diese Frage in Aussicht.

1) GÜNTHART, Diese Berichte, Bd. 35, 1917, S. 189 und Flora, Bd. 93, 1904, S. 199.

Diese Erscheinung, welche sich hier im Laufe der normalen Ontogenese vollzieht, hat eine unverkennbare Ähnlichkeit mit der Förderung der Blütenanlagen an den Wundrändern verletzter *Helianthus*köpfchen. Der Wundrand der Scheibe entspricht vollkommen dem stark gekrümmten Teil des *Dipsaceen*-Blütenbodens. Die von diesen Stellen ausgehende Förderung der Blütenanlagen kann in beiden Fällen zu einer (wenigstens scheinbaren) Umkehrung der Entwicklungsfolge führen, indem die in der Entwicklung zurückbleibenden Teile des Meristems zu einem „relativen" Organisationszentrum werden. Im Falle von *Helianthus* sind es jedenfalls nicht die geänderten Raumverhältnisse, welche die Entwicklungsförderung an den Wundrändern bedingen, da sich in dieser Hinsicht durch die Verletzung nichts geändert hat. Ich habe vielmehr die Vermutung ausgesprochen, daß die infolge der Störung des normalen Gewebeverbandes veränderten Spannungsverhältnisse die primäre Ursache der Entwicklungsförderung wären. Jedenfalls aber fallen die hier erwähnten Erscheinungen gleicherweise unter den Begriff der Morphaesthesie im Sinne NOLLs[1]).

Graz, Pflanzenphysiologisches Institut im September 1917.

---

1) Landw. Jahrb. Bd. 29, 1900. — Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilknd. 1900.

61. Fr. v. Höhnel: Über die Benennung, Stellung und Nebenfruchtformen von Sphaerella Fries.

(Eingegangen am 11. Oktober 1917.)

1. Die Gattung *Sphaerella* Fries 1849 (non SOMMERFELT 1824) ist 1863 von CESATI und DE NOTARIS und 1875 von SACCARDO ganz unnötiger Weise anders charakterisiert worden, denn aus FRIES' Angaben (Sum. veg. scand. p. 395) geht ganz klar hervor, was er darunter verstand.

Von den 7 von FRIES angeführten *Sphaerella*-Arten sind fünf Formen, die noch heute teils sicher, teils fast so als *Sphaerella*-Arten gelten. Eine ist eine Nebenfruchtform, die von FRIES nur als fraglich dazugestellt wurde, und eine verhält sich genau so wie *Sphaerella*, hat aber vierzellige Sporen, wird daher heute zu *Sphaerulina* Sacc. gestellt.

Die heutige Pilz-Gattung *Sphaerella* ist eine Mischgattung, die auch Arten von *Didymella* Sacc. (*Didymella pinodes* (Berk. et Br.) v. H.), *Didymellina* v. H. (*D. Iridis* (Desm.) v. H.), *Mycosphaerellopis* v. H. (*M. Myricariae* (Fuck.) v. H.), *Leptophacidium* v. H. (*L. Umbelliferarum* (Rbh.) v. H.) usw. enthält.

Die gewöhnliche Angabe (WINTER, SCHRÖTER), daß *Sphaerella* büschelig oder rosettig angeordnete Schläuche hat, ist eigentlich unrichtig. Wenn der Schlauchboden stark concav und schmal ist, sitzen die Schläuche natürlich fast büschelig, ist derselbe jedoch breiter und flach, so stehen die Schläuche mehr minder parallel nebeneinander. Ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen zwei Fällen ist nicht vorhanden.

RABENHORST hat 1857 die Gattung *Carlia* auf Grund von *Carlia Oxalidis* Rbh. aufgestellt. Wenn nun auch seine Gattungsbeschreibung ganz falsch ist, so ist doch die Grundart der Gattung wohlbekannt und die Gattung selbst von BONORDEN 1864 für seine Zeit richtig beschrieben worden. Die Grundart der Gattung *Carlia* Rbh.-Bon. ist die wohlbekannte *Sphaeria depazeaeformis* Auerswald. Diese ist nun eine typische *Sphaerella* Fries.

Daher ist *Sphaerella* Fries 1849 = *Carlia* Rabh.-Bon. 1857—64 = *Mycosphaerella* Johanson 1884.

O. KUNTZE und MAGNUS wollten den Namen *Carlia* Rbh.-Bon. auf *Laestadia* Auerswald 1869 übertragen. Allein die Grundart dieser Gattung *Laestadia alnea* (Fr.) Awld. ist, wie ich fand, eine Gnomoniee und zwar eine *Plagiostoma* Fuckel 1869 ohne Schnabel und ohne Mündung, also keine *Sphaerella* Fr. Ich nannte daher die *Laestadia alnea* *Gnomonina alnea* (Fr.) v. H. *Gnomonina* v. H. ist eigentlich eine Perisporiacee, wie schon AUERWALD sah, allein ihre Verwandtschaft mit *Plagiostoma* Fuck. ist eine so nahe, daß es richtiger ist, die Gattung zu den Gnomonieen zu stellen. Zu den Perisporiaceen sollten nur jene Gattungen gestellt werden, die bisher keine Verwandtschaft mit bekannten Sphaeriaceen-Gattungen erkennen ließen.

Aber auch der Name *Guignardia* Viala et Ravaz 1892 kann nicht statt des schon vergeben gewesenen Namens *Laestadia* gebraucht werden, weil die Grundart *Guignardia Bidwellii* (Ellis) V. et R. nach dem *Bilde in Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1891, I. Bd., p. 312* ein dothidealer Pilz ist, eine Tatsache, die ich auch durch das Studium der Nebenfrucht derselben, der *Phoma uvicola* Berk. et Curt. bestätigt fand. Letztere Form ist durchaus phyllachoroid und gehört in die Gattung *Phyllostictina* Sydow (Ann. myc. 1916, XIV. Bd., p. 186).

Guignardia V. et R. 1892 ist gleich *Phyllachorella* Sydow 1914, nämlich eine kleine *Phyllachora* ohne Paraphysen.

Daher muß statt des Namens *Laestadia* Awld. 1869 der Name *Gnomonina* v. H. 1917 für die typischen Arten der Gattung angewendet werden.

Betreffend *Sphaerella* Fries wäre noch zu bemerken, daß er in Summa veget. scand. 1849 p. 421 auch die Gattung *Stigmatea* aufgestellt hat, deren zweite Art *St. maculaeformis* eine *Mycosphaerella* ist. Wenn nun die erstangeführte Art, die ich nicht kenne, *St. conferta* Fries auch eine *Mycosphaerella* wäre, so hätte *Stigmatea* Fries 1849 vor *Carlia* Rabenh.-Bon. 1857—64 den Vorrang.

2. *Sphaerella* Fries 1849 galt bisher als eine unzweifelhafte Sphaeriaceen-Gattung. Nachdem ich 1911 die Dothideaceen-Gattung *Haplodothis* aufgestellt hatte, deren Ähnlichkeit mit *Sphaerella* ich nicht verkannte (s. Fragm. Nr. 692), fand ich 1916—17, daß verschiedene europäische *Sphaerella*-Arten zu *Haplodothis* gehörten (s. oben p. 254 Nr. 85, 86). Dann aber fand ich, daß alle echten *Sphaerella*-Arten zu *Haplodothis* gehören. Damit war festgestellt, daß *Sphaerella* Fries eine Dothideaceen-Gattung ist. THEYSSEN und SYDOW in Ann. myc. 1915, XIII. Bd., p. 178 und 617) stellten *Haplodothis* mit Unrecht zu den Eu-Montagnelleen.

Die Gattung kann nur als Dothideae oder Phyllachorinee betrachtet werden, zwischen welchen Abteilungen sie eine schwankende Haltung einnimmt.

Die Gehäuse der *Sphaerella*-Arten sind keine Perithecien, sondern kleine (meist) einhäusige, perithecienähnliche Stromata. Solche Gebilde nenne ich Dothithecien.

Manche *Sphaerella*-Arten haben besser entwickelte Stromata, die deutlich phyllachoroid gebaut sind. So die *Mycosphaerella Aegopodii* (P.) Potebnia. Diese Formen stellte ich (s. oben p. 252 Nr. 75) in die Gattung *Oligostroma* Sydow 1914 (Ann. myc. XII. Bd. p. 265, XIII. Bd. p. 592), in welche sie nach der Gattungsbeschreibung gut zu passen schienen. Seither hatte ich nun aber die Gelegenheit das Original - Exemplar der Grundart: *Oligostroma Proteae* Syd. zu prüfen, das ich dem Herrn Autor selbst verdankte, und mich davon zu überzeugen, daß dieser Pilz stark verschleimende Paraphysen hat und mithin mit *Endodothella* Th. et S. und nicht mit *Carlia* verwandt ist.

Zunächst fand ich, daß der Pilz schon 1884 als *Didymella maculaeformis* Winter (Hedwigia, 23. Bd. p. 169) bekannt gemacht worden ist, wie mir das Original-Exemplar in RBH.-WINT., F. europ. Nr. 3056, zeigte. WINTERS Beschreibung des Pilzes ist richtig, doch unvollständig, hingegen sind Angaben SYDOWs über die Paraphysen und Schläuche unrichtig. Der Scheitel der Perithecien bildet einen kleinen Clypeus, der mit der Epidermisaußenwand verwachsen ist. Das Ostiolum steht stets unter einer Spaltöffnung, was bei dothidealen Pilzen sonst wohl kaum vorkommt. Flächenschnitte zeigen einen Kranz von radiären Periphysen im Ostiolum. Axialschnitte zeigen, daß unter dem Ostiolum ein dicker Ringwulst von Periphysen vorhanden ist. Die dickwandigen Schläuche geben mit Jod keine Blaufärbung und sind stets keulig. Das auffallendste am Pilze ist, daß er zweierlei Paraphysen hat. Die einen sind fädig, kürzer, haben ein sehr dünnes plasmaerfülltes Lumen und eine ganz hyaline stark quellende Wandung. Sie werden durch die Quellung bis 12 μ dick und sind dann fast unsichtbar. Die anderen Paraphysen sind bis 160 μ lang, 4—6 · 5 μ dick, derbwandig, zellig-gegliedert und mit reichlichem grobkörnigen, etwas gelblichem Inhalte. Hier und da sind sie an den Querwänden etwas eingeschnürt und ähneln daher einer Kette von 2—3-zelligen Sporen. Sie scheinen leicht in ihre Glieder zu zerfallen und sind in der Tat wahrscheinlich gar keine Paraphysen, sondern eine Conidienfruchtform, die neben den Schläuchen auftritt, wofür auch der reichliche Zellinhalt spricht.

Die Gattung *Oligostroma* Sydow.-em. v. H. kann erhalten bleiben, muß aber anders beschrieben werden, mit der Grundart: *Oligostroma maculaeforme* (Wint.) v. H.

Die anderen *Oligostroma*-Arten könnten z. T. zu *Carlia* gehören.

3. *Carlia* Rabh.-Bon.-v. H. ist eine sehr einförmige Gattung, daher zu erwarten ist, daß sie auch betreffend ihrer Nebenfruchtformen sich sehr einheitlich verhalten wird. Das ist, soweit bis jetzt bekannt, auch tatsächlich der Fall. Dieselbe zeigt dreierlei Nebenfruchtformen, einen Hyphomyceten und zwei Pyknidenformen, die aber auch gehäuselos entwickelt sein können.

a) Der Hyphomycet gehört den nahe miteinander formverwandten Gattungen *Cercospora* Fres., *Passalora* Fries oder *Fusicladiella* v. H. an. Auch *Cercosporidium* Earle, *Cercosporella* und *Ramularia* sind teils sicher, teils wahrscheinlich Nebenfruchtformen von *Carlia*-Arten.

   Passalora ist eine *Cercospora* mit zweizelligen, mehr spindelförmigen Conidien. Bei beiden Gattungen kommen die Träger gebüschelt aus den Spaltöffnungen. *Fusicladium* Bonord. ist nicht, wie angegeben wird, von *Passalora* kaum verschieden, sondern davon ganz verschieden, zu Sphaeriaceen (*Venturia*) gehörig.

   Bei *Fusicladiella* v. H. brechen die Conidienträger einzeln durch die Cuticula und bilden nur je eine endständige, große, länglich-zylindrische, dicke, zweizellige Conidie.

   Der Hyphomycet tritt zuerst auf.

b) Die eine Pyknidenfrucht tritt nur selten fast ohne Gehäuse auf und hat sehr kleine, stäbchenförmige Conidien, die end- und seitenständig auf verzweigten (*Stictochorella* v. H.) oder netzig verbundenen (*Plectophoma* v. H.) Trägern sitzen. Die betreffenden Formen standen bisher unter *Phyllosticta* und *Phoma*.

c) Die zweite Nebenfrucht stellt das dar was FRIES *Septoria* nannte. Schon FRIES (System. myc. 1823, II. Bd., p. 480) wußte, daß die *Septoria*-Arten mit und ohne Gehäuse vorkommen. Die von ihm in Elenchus fung. 1828, II. Bd., p. 118 angeführten drei Grundarten (*S. Ulmi*, *Oxyacanthae* (Kze.) und *Fraxini*), sind, wie bekannt, alle Nebenfrüchte von *Sphaerella*-Arten, und stehen heute in der Gattung *Phloeospora* Wallr.

Da die *Septoria*-Arten je nach ihrem Alter und Umständen entweder gar kein oder ein unvollständiges oder ganzes Gehäuse besitzen ist es unmöglich, die Gattungen *Phloeospora* Wallr., *Phloeo-*

chora v. H. (s. oben p. 252 Nr. 75), *Septogloeum* Sacc. und *Cylindrosporium* Sacc. p. p. (non GREVILLE) nebeneinander aufrecht zu erhalten. Alle in diesen Gattungen stehenden echten Arten müssen fernerhin zu *Septoria* gestellt werden und diese Gattung muß im Systeme der Fungi imperfecti zweimal angeführt werden, wegen der wechselnden Ausbildung.

Als Beispiele führe ich an, daß zu *Carlia Fraxini* (Niessl) v. H. die *Cercospora Fraxini* (D. C.) Sacc., *Stictochorella Fraxini* v. H. (Syn.: *Phyllosticta osteospora* Sacc. F. *Fraxini*) und *Septoria Fraxini* Fries gehören.

Zu den vielen bisher nur unreif bekannten, bisher als *Phyllachora* bezeichneten *Carlia*-Arten auf Blättern von Doldengewächsen gehören gewiß die verschiedenen Formen von *Passalora depressa* (B. et Br.) v. H. (die kein *Fusicladium* ist). Eine *Passalora* ist bisher auf *Aegopodium* noch nicht gefunden worden, wohl aber hat *Carlia Podagrariae* (Roth.) v. H. die *Septoria Podagrariae* Lasch und *Stictochorella Aegopodii* (Curr.) v. H. als Nebenfrüchte.

Carlia Aronici (Volk.) v. H. hat als Nebenfrüchte die *Frusicladiella Aronici* (Sacc.) v. H. nebst einer *Stictochorella* und einer *Septoria*.

---

62. Fr. von Höhnel: System der Diaportheen.

(Eingegangen am 11. Oktober 1917.)

In meinen Fragmenten zur Mykologie habe ich mehrfach darauf hingewiesen, daß die heutigen Systeme der Sphaeriaceen der Hauptsache nach auf äußerlichen oder weniger wesentlichen Merkmalen beruhen und daher unrichtig sind. Ein natürliches System derselben muß vor allem auf dem Bau des Kernes der Perithecien fußen.

Demgemäß habe ich verschiedene Bautypen für den Perithecienkern aufgestellt, wie den der gewöhnlichen Sphaeriaceen, den Typus der Diaportheen und den der Coronophoreen. Der von mir auch angegebene *Mycosphaerella*-Typus muß ausgeschieden werden, da sich die betreffenden Pilze als von dothidealer Natur herausgestellt haben. Ebenso kommen alle jene Gattungen und Arten nicht in Betracht, die zu meinen Pseudosphaeriaceen gehören. Weitere Untersuchungen werden gewiß noch andere Typen kennen

lehren. Die zwei wichtigsten Typen sind die der gewöhnlichen Sphaeriaceen, wie ihn etwa *Pleospora*, *Leptosphaeria*, *Melanconis* usw. zeigen und der Typus der Diaportheen (einschließlich der Euvalseen). Bei diesem letzteren Typus sind die Schläuche mit einem sehr dünnen und vergänglichen Stiel versehen, der in demselben Perithecium sehr verschieden lang ist. Infolge davon stehen die Schläuche nicht in einer einfachen Lage an der Innenwand der Perithecien, sondern in allen möglichen Höhen und füllen meist den ganzen Hohlraum derselben aus. Nachdem in demselben Gehäuse alle Schlauchstiellängen vorkommen, steht jeder Schlauch in einer anderen Höhe und kommen keine gesonderten Schlauchschichten zustande. Echte Paraphysen fehlen völlig. Doch kommen nicht selten spärliche, sogenannte Pseudoparaphysen vor, nämlich meist lange, sehr zarthäutige, inhaltsleere, meist septierte, breite oft bandartig flache Fäden, mit faltiger Zellmembran. Da die Stiele der Schläuche zur Reifezeit meist schon aufgelöst sind, liegen diese schließlich frei, aber dicht aneinander stoßend im Perithecium, lösen sich beim Zusatz von Wasser schon bei schwachem Drucke auf das Deckglas leicht von einander in der Flüssigkeit sich verteilend.

Die Schläuche der Diaportheen sind stets sehr zarthäutig und unten spitz und oft lang und fein ausgezogen, niemals unten knopfig. Oben sind sie verschmälert und abgestutzt. Wenn sie genügend groß sind, zeigt die Spitze derselben einen eigenen Bau. Der Porus befindet sich in einem kurz-zylindrischen Fortsatz, der in das Schlauchlumen ragt und von einer mit dem Schlauchplasma ausgefüllten Ringfurche umgeben ist. Jod färbt den Porus niemals blau. Wenn die Sporen fädig sind, ist der Schlauch zylindrisch, sonst aber stets oben schmal abgestutzt — spindelförmig. Die Sporen sind stets hyalin, einzellig bis vierzellig, meist länglich bis spindelförmig, doppelspindelig bis fädig oder allantoid. Niemals kugelig, und nie mauerförmig geteilt. Sie sind stets zarthäutig und zeigen die länglichen, in der Regel mehrere in einer Reihe liegende Öltröpfchen.

Die Perithecien sind mit Ausnahme von *Winterina* Sacc. stets eingewachsen, meist verhältnismäßig dünnwandig, häufig blaß bis hyalin, seltener derbhäutig und kohlig. Periphysen meist fehlend oder undeutlich. Mündung flach bis lang geschnäbelt. Stroma fehlt vollständig oder ist vorhanden, sehr verschieden, und bald schwach, bald sehr stark entwickelt, oft nur durch eine schwarze Saumlinie angedeutet, die aber auch fehlen kann. Die Diaportheen zeigen häufig, wenigstens in einem ihrer Bestandteile, manchmal

auch in allen ihren Teilen, eine weiche, Hypocreaceen-artige Beschaffenheit, so namentlich *Mazzantia*, *Diaporthopsis* und viele stromatische, Blätter bewohnende Gattungen. Die so beschaffenen Gattungen deshalb zu den Hypocreaceen zu stellen, oder in eine eigene Zwischengruppe, die in der Mitte zwischen den Hypocreaceen und Sphaeriaceen stehen würde, wäre verfehlt. Eine solche Zwischengruppe würde die systematischen Schwierigkeiten nur ganz ungemessen vermehren. Zu den Hypocreaceen dürfen nur solche Gattungen gestellt werden, welche mit Sphaeriaceen keine zweifellose Verwandtschaft erkennen lassen und die in keinem ihrer Teile Sphaeriaceen-artig dunkel gefärbt oder gar kohlig sind. Auch Formen mit ganz hyalinen Perithecien, aber mit schwarzem Schnabel, oder dunklem Stroma, oder nur einer schwarzen Saumlinie gehören zu den Sphaeriaceen. Einzelne Merkmale dürfen für die Klassifikation nicht maßgebend sein, sonst bekommt man künstliche Gruppen, die allerdings leichter zu beschreiben sind, als die natürlichen, deren Fassung oft große Schwierigkeiten macht. Nur die Gesamtheit der Merkmale einer Form und die unzweifelhafte Verwandtschaft derselben soll maßgebend für ihre Einreihung sein.

Die Diaportheen bilden einen engen Verwandtschaftskreis. Trotzdem waren die hier zusammengefaßten Gattungen in einer ganzen Reihe von verschiedenen Familien verteilt. Das folgende System derselben enthält Gattungen, die bislang bei den Dothideaceen, Sphaerelloideen, Melanconideen, Melogrammeen, Gnomonieen usw. standen.

Außer den im Systeme zusammengefaßten 33 Gattungen werden gewiß noch andere zu den Diaportheen gehören. Doch ist es unmöglich auch aus den besten Beschreibungen sichere Schlüsse zu ziehen, da auch genaue Beschreibungen falsch werden, wenn sie ohne die nötigen Kenntnisse und Erfahrungen verfaßt sind.

Die Gattung *Vialaea* Sacc. habe ich nicht gesehen, doch nahm an, daß sie hierher gehört.

Gibellia dothideoides Berl. et Sacc. ist jedenfalls eine Diaporthee und trotz der deutlichen, dunklen Perithecien von *Mazzantia* kaum verschieden. Denn auch *Mazzantia* hat echte Perithecien, die aber blaß bis hyalin sind. Manchmal entwickeln sie aber nach W. KRIEGER sogar einen vorstehenden Schnabel. (Siehe dagegen THEISSEN und SYDOW in Ann. myc. 1915, XIII. Bd., p. 185).

Septomazzantia Th. et Syd. (Ann. myc. 1915, XIII. Bd., p. 193) ist angeblich eine *Mazzantia* mit zweizelligen Sporen und daher, wenn dies richtig ist, eine Diaporthee.

Valsonectria Spegazzini (Syll. Fung. II. Bd., p. 519) ist nach der Beschreibung von *Endothia* Fries nicht verschieden.

Urosporella Atkinson 1897 (Syll. F. XIV. Bd., p. 523) und *Urospora* Fabre (Ann. scienc. nat. 1880, IX. Bd., p. 75) könnten Diaportheen sein.

Ceriospora Dubyi Niessl ist keine Gnomoniee, sondern mit *Didymella* verwandt.

Ceriospora bicalcarata (Ces.) Sacc. ist nicht wie NIESSL meint eine *Diaporthe*, sondern eine echte *Ceriospora*.

Ceriospora xantha Sacc. ist eine neue Melogrammeen-Gattung, die ich *Keissleria* nannte.

Anisogramma Theyss. et Syd. (Ann. myc. 1916, XIV. Bd., p. 451) ist mit *Apioporthe* v. H. synonym und daher keine Melogrammee.

Laestadia Auerswald ist gleich *Gnomonina* v. H. nach der Grundart.

Cryptoderis Auerswald 1869 ist gleich *Pleuroceras* Riess 1854.

Linospora Fuckel 1869 ist auch gleich *Pleuroceras* Riess.

Calospora Nitschke-Fuckel 1869 ist nach dem Typus gleich *Diaporthe* Nitschke 1870.

Peroneutypella Berlese 1902 ist gleich *Scoptria* Nitschke 1867.

Trotzdem ich in meinen Fragmenten zur Mykologie gezeigt habe, daß die Einteilung NITSCHKES der Gattung *Diaporthe* in Euporthe, Tetrastaga und Chorostate unhaltbar ist, wurde doch die Gattung *Chorostate* (Sacc.) Berlese 1906 aufgestellt, die ich nicht annehme.

Acanthonitschkea Spegazzini 1908 (Syll. Fung. XXII. Bd., p 68) könnte eine *Valsee* v. H. (non Aut.) sein. Ebenso

Neozimmermannia Koorders 1907 (Verh. Akad. Wetensch. Amsterdam, II. Sect. XIII. Deel Nr. 4 p. 59).

Die Periphysen und das Verhalten der Schläuche gegen Jod müssen bei den Diaportheen noch weiter geprüft werden.

Mein System der Diaportheen ist nun folgendes:

I. Eu-Diaportheen v. H.

Sporen nicht allantoid.

I. Sporen einzellig, hyalin, länglich.
  A. Blattpilze.
    a) Ohne Stroma, mit aufrechtem, mittelständigem Schnabel . . *Gnomoniella* Sacc.
    b) Ohne Schnabel, mit stromatischem Clypeus . . . . . . *Sphaerognomonia* Potebnia

c) Mit Schnabel, im Stroma eingeschlossen . . . . *Mamianiella* v. H.

B. Stengel- und Zweigpilze.

a) Stroma valsoid . . . . *Cryptosporella* Saccardo

b) Stroma eutypoid, oft nur Saumlinie vorhanden . . . . . *Diaporthopsis* Fabre

c) Stroma knollenförmig, eingewachsen, wenig hervorbrechend *Mazzantia* Montagne

II. Sporen hyalin, länglich bis spindelig; sehr ungleich zweizellig.

A. Blattpilze.

a) Ohne Stroma

α. Perithecien und Schnabel aufrecht . . . . *Apiognomonia* v. H.

β. Perithecien schief liegend, Schnabel seitlich schief . . *Plagiostomella* v. H.

b) Perithecien in einem Stroma eingesenkt.

α. Schnabel kurz; Perithecien weichhäutig, nicht kohlig . *Hypospila* Fries.

β. Schnabel weit vorstehend; Perithecien derb, dunkel, fast kohlig . . . . . . *Mamiania* Ces. et de Not.

B. Zweigpilze.

Stroma mächtig, diatrypoid, hervorbrechend; Perithecien prismatisch-zylindrisch, parallel gelagert . . . . *Apioporthe* v. H.

III. Sporen gleich zwei-, selten vierzellig; mit einer Reihe von Öltröpfchen; länglich-spindelig.

A. Ohne Stroma oder Clypeus.

a) Schläuche achtsporig.

α. Perithecien oberflächlich, derb, rauh, einsinkend, auf Holz und Rinden . . . . *Winterina* Saccardo.

β. Perithecien eingewachsen.

× Perithecien ohne Mündung, schüsselförmig einsinkend mit hellerem Randfleck *Gnomonina* v. H.

× Perithecien mit Mündung und Schnabel.

○ Perithecien aufrecht, mit mittelständigem aufrechtem Schnabel.

= Sporen zweizellig *Gnomonia* Ces. et de Not.

= Sporen vierzellig *Gnomoniopsis* Berlese.

○ Perithecien schiefliegend, Schnabel seitlich, schief . . . . . . *Plagiostoma* Fuckel.

b) Schläuche vielsporig.

α. Blattpilze, Sporen zweizellig *Rehmiella* Winter.

β. Zweigpilze, Sporen ein- bis zweizellig *Ditopella* de Not.

B. Stroma vorhanden.

a) Blattpilze. Stroma einfrüchtig, als oberer und unterer Clypeus entwickelt; Perithecien mit einer Hülle von oxalsaurem Kalk . . . . . *Chalcosphaeria* v. H.

b) Zweigpilze, selten auf Coniferen-Nadeln.

α. Sporen zweizellig, mit 2—4 Öltröpfchen, meist kleiner.

× Stroma warzenförmig, lebhaft gelb bis rot gefärbt. Perithecien parallel . . *Endothia* Fries.

×× Stroma nicht lebhaft gefärbt, valsoid oder euporthoid, manchmal fast fehlend und nur durch eine schwarze Saumlinie angedeutet *Diaporthe* Nitschke.

β. Sp. groß vierzellig. Stroma valsoid *Calosporella* Schröter.

IV. Sporen zweizellig, lang, in der Mitte dünner, doppelspindelig.

A. Ohne Stroma; meist Blattpilze; Perithecien schief liegend, mit kurzem seitenständigem Schnabel; Sporen leicht in zwei Hälften zerfallend . . . . *Pleuroceras* Riess.

B. Mit Stroma; Zweigpilze; Sporen deutlich doppelspindelig . . . *Vialaea* Saccordo.

V. Sporen fadenförmig oder cylindrisch, lang.

A. Ohne Stroma; Perithecien schief liegend, Schnabel seitenständig; Blattpilze; Sporen fädig *Ophiognomonia* Saccardo.

B. Stroma einfrüchtig, geschlossen; Perithecien blaß, Blattpilze. Sporen fädig.

α. Stromagewebe braun; Perithecien mit Schnabel . . . . . *Phoma* Fries.

β. Stromagewebe kohlig, Perithecien schnabellos . . . . . *Ceuthocarpon* Karsten.

C. Stroma mehrfrüchtig, valsoid; Zweigpilze, Sporen zylindrisch, gerade oder gekrümmt . *Cryptospora* Tulasne.

II. Valseen v. H. (non Aut.)

Sporen allantoid.

A. Mit Phaeostilbeen-Nebenfrucht. Schnäbel sehr lang vorstehend.

a) Stroma eutypelloid . . . . . . *Scoptria* Nitschke.

b) Stroma eutypoid, oft nur angedeutet; Perithecien meist einzeln stehend . . . . . . *Peroneutypa* Berlese.

B. Ohne Phaeostilbeen-Nebenfrucht.

a) Stroma meist valsoid, wenig entwickelt, vom Rindengewebe kaum verschieden. Scheibe selten rein weiß. Schläuche 4—8sporig . . . . *Valsa* Fries p. p.

b) Stroma valsoid, gut entwickelt, mit eigener Basalschichte.

α) Schläuche 4—8sporig . . *Leucostoma* Nitschke-v. H.

β. Schläuche vielsporig . . . *Valsella* Fuckel.

Im folgenden gebe ich ein Verzeichnis der Grundarten der im obigen Systeme aufgenommenen Gattungen.

Apiognomonia veneta (Sacc.) v. H. (*Laestadia* Sacc.).
Apioporthe anomala (Peck) v. H. (*Diatrype* Peck).
Calosporella platanoides (P.) v. H. (*Sphaeria* Persoon).
Ceuthocarpon populinum (P.) Karst. (*Xyloma* Persoon).
Chalcosphaeria Pustula (P.) v. H. (*Sphaeria* Persoon).
Cryptospora suffusa (Fr.) Tul. (*Sphaeria* Fries).
Cryptosporella hypodermia (Fr.) Sacc. (*Sphaeria* Fries).
Diaporthe Eres Nitschke und andere.
Diaporthopsis nigrella (Awld.) Fabre (*Leptosphaeria* Auerswald).
Ditopella ditopa (Fr.) v. H. (*Sphaeria* Fries).
Endothia radicalis (Schw.) Fries (*Sphaeria* Schweiniz).
Gnomonia vulgaris Ces. et de Not. (*Sphaeria Gnomon* Tode).
Gnomoniella tubaeformis (T.) Sacc. (*Sphaeria* Tode).
Gnomonina alnea (Fr.) v. H. (*Sphaeria* Fries).
Gnomoniopsis Chamaemori (Fr.) Berlese (*Sphaeria* Fries).
Hypospila bifrons (D. C.) Fries (*Xyloma* De Candolle).
Leucostoma Massariana (de Not.) v. H. (*Valsa* de Notaris).
Mamiania fimbriata (P.) Ces. et de Not. (*Sphaeria* Persoon).
Mamianiella coryli (B.) v. H. (*Sphaeria* Batsch).
Mazzantia Galii (Fr.) Mont. (*Sphaeria* Fries).
Ophiognomonia procumbens (Fuck.) Berl. (*Linospora* Fuck.).
Peroneutypa corniculata (Ehrh.) Berl. (*Sphaeria* Ehrhart).
Phoma Capreae (D. C.) v. H. (*Sphaeria* De Candolle).
Plagiostoma Euphorbiae (Fuckel).
Plagiostomella petiolicola (Fuck.) v. H. (*Plagiostoma* Fuckel).
Pleuroceras Cryptoderis (Lév.) v. H. (*Sphaeria* Léveillé).
Rehmiella alpina Winter.
Scoptria isariphora Nitschke.

Sphaerognomonia carpinea (Fr.) Potebnia (*Sphaeria* Fries).
Valsa ambiens (P.) Fries (*Sphaeria* Persoon).
Valsella Salicis Fuckel.
Vialaea insculpta Saccardo.
Winterina tuberculifera (E. et Ev.) Sacc. (*Winteria* Ellis et Ev.).

---

63. A. Schulz: Über die Nacktgerste bei griechischen Schriftstellern des Altertums.

(Eingegangen am 22. Oktober 1917.)

In meiner Abhandlung „Über die nackte und die beschalte Saatgerste der alten Ägypter“ im 34. Bande dieser Berichte[1]) habe ich es für zweifelhaft erklärt, ob der im zweiten Jahrhundert n. Chr. lebende griechische Arzt und Schriftsteller GALENOS wirklich, wie es FR. KÖRNICKE[2]) annahm, die Nacktgerste gekannt hätte. Er sage zwar in seinem (gewöhnlich, doch unrichtig, *περὶ τροφῶν δυνάμεως* genannten) Werke *περὶ τῶν ἐν ταῖς τροφαῖς δυνάμεων*[3]): „*ὥσπερ ἐν Καππαδοκίᾳ μὲν τὸ καλούμενον γυμνόκριθον*“, es sei aber recht zweifelhaft, ob dieses Getreide wirklich Nacktgerste gewesen sei. Denn die Griechen hätten die beschalte Saatgerste — im Gegensatz zum Weizen — als nackt, d. h. spelzenlos, bezeichnet[4]), weil ihre Deckspelze und Vorspelze bei der Reife und beim Drusch sich nicht von der Frucht lösen, sondern mit dieser verbunden bleiben, also scheinbar garnicht vorhanden sind, ihre Hüllspelzen aber sehr winzig sind und deshalb leicht übersehen werden können. Und auch die Römer hätten die beschalte Saatgerste für nackt erklärt[5]). Vielleicht sei GALENs *γυμνόκριθον* eine Form von *Hordeum distichum* gewesen, bei der die Grannen zur Zeit der Reife leicht abbrachen, oder die überhaupt

---

1) Berlin, 1916, S. 607—619, mit Taf. XVIII.

2) Die Arten und Varietäten des Getreides (Berlin 1885) S. 135, 166.

3) GALENI opera, ed. KÜHN, Bd. 6 (Leipzig 1821) S. 520.

4) Vergl. THEOPHRASTOS, *περὶ φυτῶν ἱστορίας* VIII, 4, 1 (Ed. FR. WIMMER): „*μάλιστα γαρ δη γυμνοσπέρμαιον ἡ κριθή*“.

5) Vergl. COLUMELLA, de re rustica II, 9, 15 (Ed. J. M. GESNER): „nulla vestitum palea granum eius celeriter decidit“; PLINIUS, Nat. hist. XVIII, 61 (Ed. L. JAN-C. MAYHOFF): „hordeum maxime nudum“.

grannenlos war. Nach KURT SPRENGEL[1]) sei in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts auf der Insel Zante unter dem Namen *γυμνοκριθί* eine Gerstenform angebaut worden, von der SIBTHORP sage, sie sei „destitute of beards", also grannenlos[2]). Ich möchte jetzt aber doch annehmen, daß GALENs kappadokische Gerste Nacktgerste ist. Denn in seiner Schrift *περὶ λεπτυνούσης διαίτης*, einem Vorläufer seines vorhin genannten großen diätetischen Werkes, nennt er diese Gerste „*κριθὴ γυμνή*"; er sagt: „*γίνεται δ' ἐν τισιν ἔθνεσι κριθὴ γυμνή, καθάπερ ἐν Καππαδοκίᾳ, καὶ καλεῖται οὕτως πρὸς αὐτῶν ἐκείνων ὡς ἐμοὶ νῦν εἴρηται καὶ ἔστι τά τἄλλα καλλίστη καὶ ἐξ ὕδατος ὥσπερ χόνδρος ἑψηθεῖσα σύν τινι τῶν γλυκέων οἴνων ἐπιτηδειοτάτη ληφθῆναι*[3])": Diese Worte können sich wohl nur auf eine Nacktgerstenform beziehen. Ob es jedoch die Himmelsgerste, *Hordeum vulgare coeleste* L. war, wie FR. KÖRNICKE[4]) vermutete, oder ob sie vielleicht zu *H. distichum* gehörte, darüber läßt sich garnichts sagen.

GALENOS ist aber nicht der einzige Schriftsteller des Altertums, der die Nacktgerste erwähnt. Sie war vielmehr schon dem Stifter der pneumatischen Aerzteschule, ATHENAIOS aus Attaleia (in Pamphylien?[5]) bekannt, der zur Zeit des Kaisers CLAUDIUS (41—54 n. Chr.) in Rom lebte[6]). Dieser sagt im ersten Buche seines großen medizinischen Werkes *περὶ βοηθημάτων*, aus dem

---

1) K. SPRENGEL, THEOPHRAST's Naturgeschichte der Gewächse, übersetzt und erläutert, Teil 2 (Altona 1822) S. 303.

2) SPRENGEL scheint allerdings diese Gerstenform der Insel Zante für die Himmelsgerste, *Hordeum vulgare coeleste* L. gehalten zu haben.

3) GALENOS, *περὶ λεπτυνούσης διαίτης* 44 (Ed. C. KALBFLEISCH). W. FRIEBOES und F. W. KOBERT, GALENS Schrift „Über die säfteverdünnende Diät", Abhandlungen zur Geschichte der Medizin, herausg. von H. MAGNUS, M. NEUBURGER und K. SUDHOFF, Heft 5 (Breslau 1903) S. 23 u. 41, übersetzen *κριθὴ γυμνή* durch „Gerste ohne Hülsen".

Ebenso schreibt OREIBASIOS, der in seinem oben erwähnten Werke (U. C. BUSSEMAKER u. CH. DAREMBERG, Oeuvres d'Oribase, Bd. 1, Paris 1851, S. 9) die zitierte Stelle aus GALENS *περὶ τῶν ἐν ταῖς τροφαῖς δυνάμεων* anführt, „*τὸ καλούμενον ἡ γυμνὴ κριθή*". Auf Grund hiervon und des Codex parisinus suppl. gr. 634 von GALENS soeben genanntem Werke schreibt auch G. HELMREICH in seiner neuen Ausgabe dieses Werkes in den Programmen d. K. humanistischen Gymnasiums in Ansbach für d. Schuljahre 1904/5—1908/9 (Ansbach 1905—1909) (1904/5 S. 52) „*τὸ καλούμενον γυμνὴ κριθή*".

4) a. a. O. S. 166.

5) Es gab mehrere Städte dieses Namens.

6) Vergl. M. WELLMANN, Die pneumatische Schule bis auf Archigenes in ihrer Entwickelung dargestellt, Philologische Untersuchungen, herausg. von A. KIESSLING u. U. von WILAMOWITZ-MÖLLENDORFF, Heft 14 (Berlin 1895) S. 5 u. f., 208.

OREIBASIOS, der bekannte (im vierten Jahrhundert n. Chr. lebende) Leibarzt des Kaisers IULIANOS in seinen συναγωγαὶ ἰατρικαὶ πρὸς Ἰουλιάνον Bruchstücke[1]) mitgeteilt hat: „τῶν κριθῶν αἱ μὲν γυμναὶ καὶ ἄφλοιοι πολύχυλοί τέ εἰσι, καὶ πολύτροφοι, συνεγγίζουσαι τοῖς πυροῖς μᾶλλον τῶν ἄλλων"[2]).

Zu welcher Formengruppe diese Nacktgerste gehört, geht aus den angeführten Worten des ATHENAIOS nicht hervor. Auch aus dem, was er außerdem über die Saatgerste sagt: „ἐχόμεναι δὲ τούτων εἰσὶν αἱ δίστιχοι, ἔλαττον ἔχουσαι τῶν πυρῶν ἀποκάθαρμα τῶν μονοστίχων"[3]), läßt sich dies nicht erkennen. Auch wenn man mit BUSSEMAKER und DAREMBERG statt πυρῶν πιρρῶν liest, gibt dieser Satz keinen Sinn, denn unter der einzeiligen Gerste, die in Gegensatz zu der zweizeiligen gestellt wird, kann man sich nichts denken[4]). Offenbar ist dieser Satz völlig verderbt. ATHENAIOS sagt leider nicht, wo die Nacktgerste angebaut wurde und ob der Anbau noch zu seiner Zeit stattfand. Wahrscheinlich wurde sie zu seiner Zeit in Kleinasien angebaut. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß GALENOS seine Angabe über die kappadokische Nacktgerste dem ATHENAIOS entlehnt hat, dessen Schriften er gut kannte und sehr schätzte.

Andere Erwähnungen einer Nacktgerstenform von griechischen Schriftstellern des Altertums sind mir nicht bekannt geworden[5]). Dagegen werden γυμνοκριθή und γυμνόκριθον von einigen medicinischen Schriftstellern der byzantinischen Zeit, doch offenbar nur auf Grund von älteren Angaben, erwähnt. So z. B. von dem im 13. Jahrhundert n. Chr. in Nikaia (in Bithynien) lebenden NIKOLAOS (MYREPSOS) aus Alexandreia in seiner um 1280 n. Chr. verfaßten δυναμερόν genannten Rezeptsammlung. In dem 449. Rezepte der ersten Abteilung der lateinischen Übersetzung dieser Sammlung

1) Vielleicht entnahm er diese aber nicht direkt dem Werke des ATHENAIOS, sondern einer Excerptensammlung; vergl. M. WELLMANN, a. a. O. S. 104 u. f.

2) OREIBASIOS I, 11 (ED. BUSSEMAKER u. DAREMBERG, a. a. O. S. 26).

3) a. a. O.

4) BUSSEMAKER u. DAREMBERG nehmen an (a. a. O. S. 565), daß ATHENAIOS mit κριθὴ μονόστιχος die zweizeilige, mit κριθὴ δίστιχος dagegen die vierzeilige Saatgerste gemeint hätte; jene hätte eine Zeile, diese dagegen zwei Zeilen [!] auf jeder Seite der Ähre. Das können natürlich nur Philologen sagen, die nie eine Gerstenähre in der Hand gehabt haben! So weltfremd waren die alten Ärzte doch nicht.

5) ORTH erwähnt in dem von ihm bearbeiteten Artikel „Gerste" in PAULY-WISSOWA, Real-Encyclopädie der classischen Altertumswissenschaft, 13. Halbbd. (Stuttgart 1910) Sp. 1275—1284, die Nacktgerste überhaupt nicht.

von LEONHARD FUCHS[1]) wird „Hordei nudi“ (Gen.) aufgeführt, wofür — nach L. FUCHS' Angabe — im griechischen Original „γυμνοκριθῆς“ steht. FUCHS bemerkt hierzu: „Per hordeum vero nudum intelligit id quod decorticatum est.“ Wahrscheinlich hat NIKOLAOS aber wirklich Nacktgerste gemeint.

---

64. A. Heilbronn: „Lichtabfall oder Lichtrichtung als Ursache der heliotropischen Reizung?“

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 24. Oktober 1917.)

Versuchsobjekte: Avenakoleoptilen, in feingesiebter Erde im Dunkeln angezogen. Ungefähr 1,5 cm hoch wurden sie verwendet.

Lichtquellen: Nernstlampe, ca. 60 HK. oder Nitralampen, 60 Watt, bzw. 30 Watt.

Zur Erzielung allseitiger diffuser Beleuchtung dient eine halbkugelige Schale aus mattweisem Milchglas; die Lichtquelle befindet sich ca. 75 cm unter dem Zenith der Kugel; senkrecht darüber, in die Schale hereinragend das Töpfchen mit den Keimlingen, so daß der Kernschatten des Topfes die Pflanzen vor den direkten Strahlen der Lichtquelle schützt.

Einseitig diffuses Licht durch Pergamentpapierschirme, die von rückwärts oder schräg von vorn beleuchtet wurden.

Schwärzungsmittel: Suspension von chinesischer Tusche in ganz dünner arabischer Gummilösung.

Messung des Lichtgenusses: Grob mittels des HEYDENschen Aktinometers, fein mit Hilfe von Bromsilberpapier.

Resultate:

1. Koleoptilen, zwischen weißem und schwarzem Schirm aufgestellt und senkrecht von oben beleuchtet krümmen sich nicht.

---

1) Nicolai Myrepsi Alexandrini medicamentorum opus, in sectiones quadragintaocto digestum, . . . a LEONHARTO FUCHSIO e graeco in latinum recens conversum, luculentissimisque annotationibus illustratum (Basel 1549) Sp. 181. Das griechische Original ist noch nicht veröffentlicht worden.

2. Koleoptilen, halbseitig von der Spitze bis zum Grunde geschwärzt und senkrecht von oben beleuchtet, krümmen sich nicht, während halbseitig geschwärzte Koleoptilen, diffusem allseitigem Lichte ausgesetzt, sich nach der ungeschwärzten Seite krümmen.
3. Halbseitig geschwärzte und von der geschwärzten Seite her mit direktem Licht bestrahlte Koleoptilen krümmen sich nach der angetuschten Seite zu, wenn die Tusche winzige, dem bloßen Auge kaum wahrnehmbare Rißchen enthält, obgleich der absolute Lichtgenuß der ungeschwärzten Hälfte ein ganz beträchtlicher ist.
4. Ungeschwärzte Koleoptilen, von links mit einer größeren diffusen Lichtquelle (Papierschirm von 15 cm Durchmesser vor der Lampe), von rechts aus größerer Entfernung direkt mit der Lampe bestrahlt, krümmen sich nach der direkten Lichtquelle zu, selbst wenn der Lichtgenuß der direkt bestrahlten Flanke, sowohl mit dem Photometer wie photochemisch gemessen, ein wesentlich geringerer ist als der der diffus beleuchteten.
5. Koleoptilen, von der einen Seite durch eine große von rückwärts beleuchtete Papierscheibe, von der andern Flanke durch eine kleinere hellere gleich stark beleuchtet, krümmen sich nach der kleineren Scheibe hin.

Schlußfolgerung: Bei gleichem Lichtgenuß der Oberflächen antagonistischer Seiten wird die Richtung als Angriffsrichtung des Lichtreizes perzipiert, in welcher die meisten Lichtstrahlen das lichtempfindliche Gewebe durchsetzen. Da im Innern des Pflanzenkörpers die Richtung der Lichtstrahlen naturgemäß stark verändert wird, scheinen mir Epidermiszellen und Epidermalgebilde (Lichtsinnesorgane HABERLANDTs?) zur Wahrnehmung des heliotropischen Reizes prädestiniert, doch sind auch andere Zellen sobald sie zu „Oberflächenzellen“ werden (man denke an FITTINGs halbierte Koleoptilen, NORDHAUSENs abgeschliffene Blätter) zur Helioperzeption befähigt. Nicht Unterschiede im Lichtgenuß antagonistischer Flanken, sondern die Menge gleichgerichteter Strahlen in der Zelle scheint den Ausschlag zu geben.

Die Frage „Lichtabfall oder Lichtrichtung als Ursache der heliotropischen Reizung?“ (PFEFFER) möchte ich somit im letzteren, also im SACHSschen Sinne beantworten.

Münster i. W., Botanisches Institut der Universität.

Sitzung vom 30. November 1917.

Vorsitzender: Herr O. REINHARDT.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben dreier Mitglieder. Herr Professor Dr.

August Mrazek

in Zwittau (Mähren), verstarb am 8. Januar 1917, Herr Dr.

Maryan v. Raciborski,

Professor an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in Krakau, verstarb am 27. März 1917, Herr Dr.

Hermann von Vöchting,

Professor an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in Tübingen, verstarb am 24. November 1917.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Plätzen.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren

Du Rietz, Einar, Assistent am Pflanzenbiologischen Institute der Universität **Upsala** (durch R. SERNANDER und H. KYLIN),

Melchior, Hans, stud. phil., Hilfsassistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Berlin in **Charlottenburg,** Knesebeckstraße 30 (durch G. HABERLANDT und O. REINHARDT),

Schmidt, Dr. **Ernst,** z. Zt. Leutnant d. Res., 2. Batt., Landw.-Feld-Art.-Regt. 256 (durch A. MEYER und L. DIELS),

Weese, Josef, K. K. Professor in **Wien III,** Sofienbrückengasse 20 (durch T. F. HANAUSEK und FR. V. HÖHNEL),

Rasmussen, Hans, Lic. phil., Svenske Sockerfabriks Aktiebolaget in **Hilleshög** b. Landskrona (Schweden) (durch J. BEHRENS und J. BROILI).

Der Vorsitzende verliest folgende Adresse an die Senckenbergische Naturf.-Gesellschaft, die von Herrn Prof. Dr. DINGLER-Aschaffenburg am Tage der Hundertjahrfeier verlesen und dem I. Direktor Herrn Prof. Dr. KNOBLAUCH im Namen der Deutschen Botanischen Gesellschaft überreicht wurde.

Der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft sendet die Deutsche Botanische Gesellschaft zur Jubelfeier am 22. November 1917 herzlichen Gruß und aufrichtigen Glückwunsch.

Seit einem Jahrhundert steht die Senckenbergische Naturforschenden Gesellschaft im Mittelpunkt des naturkundlichen Strebens in Frankfurt a. M. In unermüdlicher, aufopferungsvoller Arbeit, einträchtigem und zielbewußtem Zusammenwirken haben ihre Leiter und Mitglieder, unterstützt durch den Gemeinsinn der Bürgerschaft, diese Stellung behauptet und befestigt, immer gerüstet und fähig, den stets sich vergrößernden Anforderungen gerecht zu werden. Aber der segensreiche Einfluß der Gesellschaft hat keine Schranke gefunden an den Grenzen der Stadt oder der Landschaft. Weit hinaus in das Deutsche Reich, über Europa, über den Erdball erstrecken sich ihre Verbindungen, im wechselseitigen Austausch gab und sammelte sie neuen Stoff und neue Kraft zur Forschung und zur Belehrung. Die Aufgabe, alle Zweige der Naturkunde zu pflegen, hat die Senkenbergische Naturforschenden Gesellschaft jederzeit mit Eifer und Umsicht zu erfüllen gestrebt. Die Umstände haben es freilich mit sich gebracht, daß die Botanik neben den verwandten Disziplinen der Naturforschung im allgemeinen zurücktrat. Aber wenn sie auch nicht das Lieblingskind der Gesellschaft war, so hat es ihr doch an deren Fürsorge von Anfang an nicht gefehlt. Denn die Begründer der Senckenbergische Naturforschenden Gesellschaft wollten in erster Linie dem durch die Kriege in Verfall geratenen Senckenbergischen Medizinischen Institut, damals der einzigen naturwissenschaftlichen Anstalt der Stadt, wieder aufhelfen und neben der Anatomie den Botanischen Garten erhalten, den schon sein erster Leiter JOHANN JAKOB REICHARD, auch außerhalb Frankfurts zu Ansehen gebracht hatte. Und was noch wichtiger ist, die Botanik fand unter den Mitgliedern der Gesellschaft begeisterte, fähige und opferfreudige Jünger, die das Studium der Scientia amabilis tätig förderten. Unter ihnen muß zuerst JOHANNES BECKER, Stiftsbotanikus und Vorsteher des Botanischen Gartens, Verfasser

der „Flora der Gegend um Frankfurt a. M.“, der Schöpfer der botanischen Sammlung der Gesellschaft genannt werden. Ihm folgten GEORG FRESENIUS, der nicht nur die heimatliche Flora, sondern vorzüglich auch die von RÜPPELL in Ägypten, Arabien und besonders in Abyssinien gesammelten Pflanzen bearbeitete. H. TH. GEYLER und ADOLF METZLER, die sich um die Ordnung und Vermehrung der Sammlungen verdient machten, der frühverstorbene WILHELM JÄNNICKE, Verfasser der „Sandflora von Mainz“, der mehrmals an die erste Stelle der Gesellschaft berufene ISAAK BLUM und endlich MARTIN MÖBIUS, der seit beinahe 25 Jahren mit dem Botanischen Garten die pflanzenkundliche Abteilung der Gesellschaft leitet und sich auch an den Arbeiten der Deutschen Botanischen Gesellschaft durch eigene Untersuchungen lebhaft beteiligt hat.

Durch die stille, beharrliche Tätigkeit dieser und anderer, gleichstrebender Männer sind reiche Keime ausgestreut worden zum Nutzen der botanischen Forschung und zur Weckung des Sinnes für die Pflanzenkunde. Unter denen, die hier zum Studium der Botanik angeregt wurden, befindet sich einer der Meister unserer Wissenschaft, ANTON DE BARY, der eine Reihe seiner mykologischen Untersuchungen und durch eine Abhandlung über *Oedogonium* und *Bulbochaete* in den Abhandlungen der Gesellschaft niedergelegt hat. Wie er, so wurde auch der Pteridolog GEORG HEINRICH METTENIUS, dessen wichtige Arbeiten über verschiedene Farngattungen gleichfalls in den „Abhandlungen“ erschienen sind, durch den Einfluß von GEORG FRESENIUS zur Pflanzenkunde geleitet. Von anderen einheimischen oder eng mit Frankfurt verknüpften Botanikern, die dem Senckenbergianum nahe standen, sind besonders hervorgetreten: GEORG ENGELMANN, der auf dem Gebiete der nordamerikanischen Flora eine reiche Tätigkeit entfaltete, EUGEN ASKENASY und FRITZ NOLL, die in der pflanzenphysiologischen Forschung Hervorragendes leisteten, JULIUS ZIEGLER, der 36 Jahre lang die genauesten pflanzenphänologischen Beobachtungen durchführte, u. a. m. In den Abhandlungen und Berichten der Gesellschaft sind sie fast alle mit einigen ihrer Untersuchungen vertreten. Dort finden wir auch Arbeiten von JAKOB GEORG AGARDH, OSKAR BREFELD, FRANZ BUCHENAU, LEOPOLD DIPPEL, ADOLF HANSEN, HERMANN HOFFMANN, PAUL REINSCH, JULIUS RÖLL, HERMANN SCHACHT, HANS SCHINZ, MICHAEL WORONIN u. a. Es würde zu weit führen, auch nur die wichtigsten der Namen der Botaniker, Pflanzenfreunde und Sammler anzuführen, die durch Überweisung wertvoller Herbarien

oder anderer botanischer Objekte das Studien- und Lehrmaterial der Gesellschaft bereicherten.

Der lebhaftesten Fürsorge hat sich die Phytopalaeontologie — wie die Petrefaktenkunde überhaupt — in der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft erfreut. An die Gewinnung, Ordnung und Bearbeitung der ausgezeichneten Sammlung von Tertiärpflanzen aus dem Mainzer Becken und aus anderen Gebieten knüpfen sich vor allem die Namen H. PH. GEYLER, FRIEDRICH KINKELIN und HERMANN ENGELHARDT.

Während die mit Hilfe der 1870 begründeten RÜPPELL-Stiftung ausgeführten Forschungsreisen vorzugsweise der Zoologie zu gute kamen, ist die Gesellschaft neuerdings durch die von ASKENESYS Brüdern zum Gedächtnis des verstorbenen Forschers *eingerichtete Stiftung in den Stand gesetzt worden*, wissenschaftliche Untersuchungen auf botanischem Gebiet durch Geldbeihilfen zu fördern. So wurde es möglich, zwei Forscher auf Reisen nach Nordafrika und nach Ceylon zu unterstützen.

Daß die Gesellschaft auch sonst erhebliche Aufwendungen *zu gunsten des Studiums der Botanik nicht gescheut hat*, beweist insbesondere der Erwerb einer vollständigen Reihe der kostbaren „Flora Brasiliensis". Daher ist zu hoffen, daß die botanische Bibliothek der Gesellschaft durch Einverleibung einiger noch fehlender wichtiger botanischer Schriften in Zukunft angemessenen Ausbau erfährt.

Wiederholt hat die Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft hervorragende Verdienste um die botanische Wissenschaft durch Verleihung des Soemmeringpreises geehrt. Diese Auszeichnung, die alle vier Jahre demjenigen deutschen Forscher zuerkannt werden soll, der die Physiologie im weitesten Sinne des Wortes am bedeutendsten gefördert hat, erhielten DE BARY, JULIUS SACHS, HABERLANDT und CORRENS. Wie diese Forscher, so sind viele andere Botaniker, die naturgemäß auch meist der Deutschen Botanischen Gesellschaft angehörten, zu korrespondierenden Mitgliedern der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft ernannt worden. Mit den Worten des Dichterfürsten und gedankenreichen Pflanzenforschers, der vor 97 Jahren als korrespondierendes Mitglied in den Kreis der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft trat und den sie als den geistigen Urheber ihrer Gründung betrachtet, wünschen wir,

Daß die Kette sich fort durch alle Zeiten verlänge,
Und das Ganze belebt so wie das Einzelne sei.

Nach langer, schwerer Kriegszeit begründet, muß die Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft inmitten des furchtbarsten Krieges, den die Welt gesehen, ihre Jahrhundertfeier begehen. Möge es ihr beschieden sein, in langer Friedenszeit ihre friedliche Tätigkeit kraftvoll und erfolgreich fortzuführen zum Stolze für ihre Vaterstadt, zum Heile für die Wissenschaft und damit zum Segen für die Menschheit.

Der Vorstand der Deutschen botanischen Gesellschaft.

S. SCHWENDENER. J. REINKE. HANS WINKLER.
M. O. REINHARDT. C. CORRENS. H. CONWENTZ. L. DIELS.
E. BAUR. H. HARMS. O. APPEL.

Berlin, den 22. November 1917.

Mitteilungen.

65. Georg Lakon: Ueber die Festigkeit der Ruhe panachierter Holzgewächse.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 12. November 1917.)

In einer früheren Mitteilung habe ich gezeigt[1]), daß der Ruhezustand bei panachierten Holzgewächsen später eintritt als bei normalen, grünen Individuen, und daß wir in dieser Abweichung vom normalen periodischen Verhalten eine Stütze der Hypothese von der Abhängigkeit der Ruhe von inneren, durch die Außenwelt beeinflußbaren Bedingungen, und zwar von einem relativen Überwiegen der organischen Substanz über die Nährsalze zu erblicken haben. Im Anschluß an diese Befunde stellte ich die Frage, in welcher Weise auch die Festigkeit der Ruhe panachierter Bäume durch die geringere Produktion organischer Substanz beeinflußt wird. Nach dem zweiten Teil der genannten Hypothese ist die bekannte Beharrlichkeit ruhender Organe in dem Ruhezustand eine Folge der Überanhäufung organischer Substanz, welche die Fermente inaktiv macht. Wir müssen uns also fragen, inwieweit bei den panachierten Bäumen infolge der geringeren Assimilation die Anhäufung organischer Substanz eingeschränkt wird. Berücksichtigen wir die in meiner oben zitierten Arbeit festgestellte Tatsache, daß die verminderte Assimilation bei panachierten Holzgewächsen sowohl in einer Verspätung in der Einstellung der Wachstumstätigkeit des ganzen Individuums, wie auch in einem abweichenden periodischen Verhalten der einzelnen Zweige und zwar nach Maßgabe des Grades der Panachierung jedes einzelnen Zweiges sich bemerkbar macht, so dürfen wir erwarten, daß mit der Verkürzung der zwischen der Einstellung des Wachstums und dem Beginn der zur Assimilation untauglichen Jahreszeit eingeschalteten Zeitspanne eine Verminderung in der Anhäufung organischer Substanz eintritt. Hier sind aber zwei Punkte besonders

1) Diese Berichte Bd. 34. 1916. S. 639—648.

zu beachten: Erstens ist es keinesfalls gesagt, daß die Anhäufung der organischen Substanz genau proportional zu der fraglichen Zeit sich verhält, da es möglich ist, daß in vielen Fällen das Maximum der Anhäufung schon vor Ablauf dieser Zeit erreicht wird, so daß die Verzögerung in dem Eintritt des maßgebenden Mißverhältnisses der organischen Substanz zu den Nährsalzen, welche die Verspätung im Zustandekommen des Ruhezustandes herbeiführt, nicht in allen Fällen auch ein vollkommenes Ausbleiben der für die Festigkeit der Ruhe notwendigen Überanhäufung organischen Substanz bedeutet. Zweitens ist es nicht unmöglich, daß selbst vorhandene Verschiedenheiten in dem Grad der Anhäufung der organischen Substanz keine experimentell greifbaren Unterschiede in der Festigkeit der Ruhe bedingen, falls sie nicht von erheblicher Größe sind. Diese Erwägungen lassen die Erwartung nicht zu, daß die Zweige, die zu verschiedenen Zeiten in den Ruhezustand übergehen, stets auch nennenswerte Verschiedenheiten in der Festigkeit der Ruhe aufweisen. Vergleichen wir aber die extremen Fälle miteinander, nämlich die rein weißen mit den rein grünen — sonst aber gleichwertigen — Zweigen, so müssen wir — falls die von uns befolgte Hypothese zutreffend ist — einen erheblichen Unterschied in der Festigkeit der Ruhe feststellen können, denn bei den rein grünen Zweigen, welche zeitig in den Ruhezustand übergehen, findet eine Überanhäufung organischer Substanz statt, während bei den rein weißen Zweigen, welche gerade mangels eigener Produktion organischer Substanz beständig, bis in den Herbst hinein wachsen, eine solche Anhäufung vollkommen unterbleibt. Daß die Reservestoffverhältnisse hier tatsächlich so liegen, zeigte mir die anatomische Untersuchung; die rein weißen Zweige sind ganz im Gegensatz zu den rein grünen auffallend arm an organischen Reservestoffen.

Aus diesen Gründen habe ich zu meinen Versuchen zur Prüfung der Beeinflussung der Festigkeit der Ruhe durch die Panachierung, bei welchen es mir lediglich um die prinzipielle Entscheidung ankam, nur die extremen Fälle berücksichtigt, nämlich rein grüne und rein weiße Zweige von *Acer Negundo* zur Zeit der tiefsten Ruhe im Herbst (September-Oktober). Zu den Versuchen wurden neben rein grünen und rein weißen Zweigen ein und desselben panachierten Baumes auch Zweige eines nicht panachierten Exemplars herangezogen. Die Zweige wurden noch in beblättertem Zustand abgeschnitten und in hohen, mit Wasser gefüllten Gläsern ins Gewächshaus gestellt. Alle Zweige trugen wohlausgebildete Winterknospen, nur bei den rein weißen Zweigen

war die Terminalknospe meist nicht völlig geschlossen, sondern infolge der ungünstigen herbstlichen Witterung schon beschädigt *und vertrocknet, doch auch hier waren die Seitenknospen an den* Achseln der Blätter normal ausgebildet und vollkommen geschlossen.

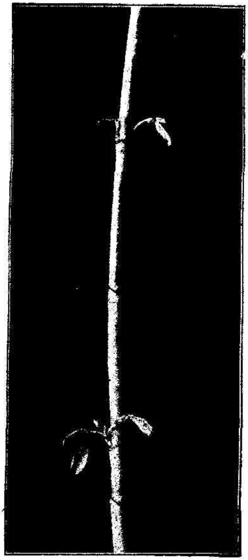


Abb. 1. Teil eines im Herbst im Gewächshaus austreibenden rein weißen Zweiges vom panachierten *Acer Negundo* (verkleinert). Die als Parallelversuche dienenden rein grünen Zweige blieben im Gegensatz dazu unverändert.

Für die Wahl dieses Zustandes der Zweige im Herbst war für mich die Beobachtung ausschlaggebend, daß später beim Eintritt des Winters die rein weißen Zweige durch Frost meist stark beschädigt, vielfach ganz zerstört werden. Vom 6. September 1916 ab wurden täglich bis zum Eintritt des ersten starken Frostes

Versuchsreihen angestellt. Sämtliche Versuche (im ganzen etwa 80 Zweige) zeigten das gleiche Verhalten: Die rein grünen Zweige zeigten keine Veränderung ihrer Knospen, nur verloren sie allmählich das Laub; ein Austreiben erfolgte hier auch bei längerer Fortsetzung der Versuche nicht. Bei den rein weißen Zweigen konnte dagegen schon nach wenigen Tagen eine deutliche Vergrößerung der Knospen festgestellt werden. Mit dem weiteren Anschwellen der Knospen ging das Abwerfen des alten Laubes Hand in Hand, und nach etwa 5—6 Wochen hatten diese Zweige vollständig ausgetrieben. Nebenstehende Abbildung zeigt einen solchen rein weißen Zweig zurzeit der Entfaltung der ersten Blättchen. Dieselben sind — offenbar infolge ungenügender Ernährung — klein und kümmerlich und auch die jungen Triebe sind äußerst zart und gehen bald zugrunde, ein Verhalten, welches bei der theoretisch zu erwartenden und anatomisch festgestellton Dürftigkeit der vorhandenen Reservestoffe erklärlich erscheint.

Die Versuche bestätigen also unsere theoretischen Erwartungen vollkommen: Die rein grünen Zweige besitzen im Herbst eine ausgesprochen feste Ruhe, während den rein weißen eine solche durchaus fehlt. Die letzteren treiben sofort aus, sobald die äußeren Bedingungen an sich das Wachstum ermöglichen; eine innere Hemmung ist also hier nicht vorhanden. Da der einzige Unterschied zwischen weißen und grünen Zweigen in der Menge der angehäuften Reservestoffe besteht, so haben wir die bei den grünen Zweigen vorhandene Hemmung in der für diese Zweige charakteristischen Überanhäufung organischer Substanz zu erblicken. Die weißen Zweige sind nur dürftig mit Reservestoffen versehen, so daß hier eine Inaktivierung der Fermente nicht eintritt. Die wenigen hier vorhandenen Reservestoffe stehen zu jeder Zeit den Knospen zur Verfügung. Der Fall ist sehr lehrreich, denn er zeigt an ein und derselben Pflanzenart, daß für das Wachstum des Vegetationspunktes neben günstigen äußeren Bedingungen die Natur der zur Verfügung stehenden Nährstoffe maßgebend ist. Ist die Überführung der Reservestoffe in gebrauchsfähigen Zustand nicht möglich, so leiden die Knospen sozusagen Hunger, ebenso a's wenn völliger Nährstoffmangel herrschte, und das ist gerade der Fall, wenn ein Zuviel an organischen Nährstoffen aufgespeichert ist.

Die vorliegenden Untersuchungen ergänzen also unsere früheren Befunde. Die panachierten Holzgewächse stellen einen

Prüfstein für die Richtigkeit der von uns befolgten Hypothese dar. Das Fehlen eigener Assimilation bei den weißen Zweigen panachierter Holzgewächse läßt das Zustandekommen einer Verschiebung des Verhältnisses der organischen Substanz zu den Nährsalzen zugunsten der ersteren nicht zu und die Folge davon ist fortdauerndes Wachstum solange die äußeren Bedingungen es unmittelbar ermöglichen. Gehen diese Zweige infolge der unmittelbaren Einwirkung der äußeren Faktoren in den Ruhezustand über, *so findet bei ihnen eine Anhäufung organischer Substanz nicht* statt, so daß der Austritt aus der Ruhe zu jeder Zeit erfolgt, sobald die äußeren Bedingungen Wachstum überhaupt zulassen. Wir wissen also, was wir von der Ruhe der grünen Zweige, die die Anhänger der „Autonomie" als „freiwillig" bezeichnen würden, zu halten haben. Sie ist ebensowenig „freiwillig", wie auch die übrigen periodischen Erscheinungen in der Entwicklung der Pflanze; sie ist vielmehr die eiserne Konsequenz der Einwirkung einer besonders gearteten Außenwelt auf die den Zellen innewohnenden *inneren Bedingungen*. In der Fähigkeit, fortwährend zu wachsen oder zeitweilig zu ruhen, besteht zwischen den Zellen des Vegetationspunktes der grünen und der weißen Zweige kein Unterschied. Während aber in der Natur die letzteren nur durch Herabsetzung der Temperatur unmittelbar zur Einstellung des Wachstums gezwungen werden, führt bei den ersteren das Licht beim Vorhandensein des Assimilationsapparates durch Förderung der Assimilation eine Konstellation der inneren Bedingungen herbei, welche das Zustandekommen der Ruhe — und zwar einer festen Ruhe — zur Folge hat.

66. Hans Molisch: Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 8: Über organische, kristallisierende Stoffe in Gentiana germanica Willd[1]).

(Mit Tafel XI.)

(Eingegangen am 14. November 1917.)

Ich möchte mit wenigen Zeilen hier auf 2 Körper aufmerksam machen, die zumal in den Blättern von *Gentiana germanica* in ziemlicher Menge auftreten, leicht kristallisieren und vielleicht einem Chemiker die Anregung geben, diesen Stoffen auch makrochemisch nachzugehen.

I.

Wenn man die Laubblätter nach dem Trocknen der Mikrosublimation aussetzt, so erhält man bei richtiger, mäßiger Erhitzung ein Sublimat, das eine Unzahl gelber Kristalle enthält (Fig. 1). Sie sind nadel-, stern-, zigarren- oder flachsäulenförmig. Die Säulen sind entweder mit ebenen Endflächen versehen oder an den Enden unregelmäßig splittrig (Fig. 2). Nebenher kommen auch Kristalle vor, die in Gestalt und Farbe von den beschriebenen abweichen, sonst aber in den Löslichkeitsverhältnissen und in den Reaktionen im großen und ganzen übereinstimmen. Diese Kristalle stellen wohl ausgebildete Prismen mit ebenen Endflächen oder Hauben dar und sind entweder farblos oder sehr schwach gelblich gefärbt (Fig. 3). Es handelt sich hier wahrscheinlich um dieselben oder nah verwandte Substanzen.

Die gelben Kristalle sind unlöslich im Wasser, Alkohol, Xylol, Glyzerin, wässerigen Chloralhydrat, Olivenöl, in Salzsäure (10 pCt.), Schwefelsäure (10 pCt.), Essigsäure; hingegen leicht löslich in Azeton. In Anilin verschwinden sie und verwandeln sich unter Deckglas in Nadeln oder Nadelsterne von gelber Farbe. — Soda (10 pCt.) läßt sie unverändert, Ammoniak entfärbt allmählich, korrodiert und löst sehr langsam. In Baryt- und Kalkwasser werden

1) Der größte Teil des untersuchten Materiales, für dessen Beschaffung ich Herrn stud. phil. KARL HÖFLER dankbar bin, stammte aus der Umgebung von Schladming und gehörte der *Gentiana anisodonta* Borb. an.

sie nach einiger Zeit tiefbraun. In Chlorkalklösung werden sie langsam vorübergehend hell blaugrün und lösen sich schließlich. Sie sind doppelbrechend.

Die durch die Sublimation erhaltenen gelben Kristalle sollen der Kürze halber als Gentioluteïn bezeichnet werden.

Das Gentioluteïn kommt nicht bloß in den Laubblättern, sondern auch im Stengel und in den Blüten vor, die größte Ausbeute aber geben die Laubblätter.

Die Blätter von *Gentiana asclepiadea, ciliata, pneumonanthe* untersuchte ich auf Gentioluteïn mit negativem Resultate, hingegen erhielt ich mit den Blättern von *G. ciliata* durch Mikrosublimation gleichfalls Kristalle, aber wesentlich verschieden von denen des Gentioluteïns. Diese Kristalle waren oft schon makroskopisch sichtbare Nadeln, gerade oder gebogen, farblos und doppelbrechend (Fig. 7). In Salzsäure (10 pCt.), Schwefelsäure (10 pCt.), Salpetersäure (10 pCt.) und in Essigsäure sind sie unlöslich, in Sodalösung (10 pCt.) bleiben sie unverändert, in Barytwasser werden sie gelb bis bräunlich, in Ammoniak lösen sie sich langsam, in Alkohol und Anilin rasch, in Kalilauge (10 pCt.) gleichfalls rasch aber mit gelber Farbe.

II.

Neben dem Gentioluteïn kommt noch ein anderer Körper im Blatte von *Gentiana germanica* in verhältnismäßig großer Menge vor, der im lebenden Blatte stets gelöst ist, aber schon beim Absterben der Zelle oder nach Behandlung mit verschiedenen Säuren in kristallisierter Form auftritt.

Wasser. Wenn man die Oberhaut des Blattes abzieht, im destillierten Wasser einbettet und dann in der feuchten Kammer liegen läßt, so tritt innerhalb einer Stunde oder später eine eigenartige Erscheinung auf: in zahlreichen absterbenden und abgestorbenen Zellen bildet sich ein feinkörniger, bräunlicher Niederschlag und dann an irgend einem Punkte des Zellinneren eine braune sphäritische Masse, von der dann nach allen Richtungen braune gerade oder vielfach hin- und hergebogene, peitschenförmige Fäden ausstrahlen.

In anderen Zellen bildet sich ein gelber kristallinischer Niederschlag, der sich stellenweise aus winzigen Ballen oder aus kleinen Nadelsternen oder aus großen Sphäriten zusammensetzt. (Fig. 4 unten.) Alle diese Niederschläge sind doppelbrechend.

Kocht man frische Blätter von *Gentiana germanica* in dest. Wasser 2—5 Minuten, so erscheinen sie weißfleckig (Fig. 5). Die

Flecke entsprechen großen Kristallaggregaten, bestehend aus farblosen Nadeln und Prismen.

Salzsäure. Unter dem Einflusse 10prozentiger Salzsäure (90 Vol. Wasser + 10 Vol. käufl. Salzsäure) beginnen sich schon im Laufe einer halben Stunde zahlreiche Kristalle innerhalb und außerhalb der Epidermis zu bilden: Kurzstäbchen, Globulite, Kleeblattformen und besonders häufig und charakteristisch sind ellipsoidische Scheibchen, bald regelmäßig ausgebildet, bald an den Polen abgestutzt, oder nur zur Hälfte ausgebildet, so daß sie den Teilkörnern der Zwillingsstärkekörner der *Tapioca* ähnlich sehen (Fig. 6). Erreichen die Kristalle eine ansehnliche Größe, so verraten sie eine deutlich gelbe Farbe. Diese Kristalle lösen sich leicht in Alkalien.

Schwefelsäure (10prozentige), läßt sofort oder nach kurzer Zeit zierliche Dendriten (kein Gips!) in den Epidermiszellen hervortreten. Etwas später erscheinen gelbliche Sphärite, Warzen und ähnliche Kristalle wie nach Behandlung mit Salzsäure.

Salpetersäure (10prozentig) gibt ähnliche Kristalle wie Salzsäure.

Essigsäure. Läßt man konzentrierte Essigsäure auf die Epidermis einwirken, so tauchen unmittelbar darauf massenhaft farblose Kristalle auf: stab-, zigarren-, pinsel-, doppelpinselartige ferner Spieße, Sterne und Kreuze (Fig. 8).

Phenol erzeugt im Blattgewebe einen überaus reichen Kristallniederschlag. Die Kristalle sind farblos, tonnen-, wetzsteinartig und oft zu großen Drusen und Klumpen vereint.

Alkohol läßt in den Zellen zunächst einen äußerst feinkörnigen Niederschlag und nach einiger Zeit kurzstachliche Sphärite, Nadelbüschel oder Nadeln von schmutzig bräunlicher oder gelbbräunlicher Farbe entstehen.

Glyzerin. Unter dem Einflusse des Glyzerins tritt zunächst Plasmolyse ein, der Zellinhalt hebt sich von der Wand ab und nimmt dabei eine gelbliche Farbe an. Der gelbliche Farbenton rührt wohl davon her, daß im Zellinhalt ein gelber Körper gelöst ist und seine Lösung, die in der intakten Zelle ungefärbt erscheint, nach dem Wasserentzug konzentrierter wird und nun die Farbe verrät. Nach einiger Zeit kristallisiert ein gelber Körper in Form von Prismen, Sphäriten, Warzen und radiär gestreiften Klumpen heraus.

Die unter II beschriebenen Kristalle, die bei *G. germanica* so leicht und so reichlich zu gewinnen sind, habe ich in den Blättern von *G. pneumonanthe*, *G. cruciata* und *G. asclepiadea* nicht erhalten.

Es wäre nun zunächst die Frage zu beantworten, ob der Körper, der im Blatte die unter II beschriebenen Kristalle gibt, identisch mit den Sublimatkristallen (Gentioluteïn) ist. Diese Frage muß verneint werden, denn die Kristalle, die beim Absterben der Zellen oder nach Behandlung mit Alkohol oder Glyzerin entstehen, haben andere Eigenschaften als die Kristalle des Sublimates. So lösen sich die nach Alkohol- oder Glyzerineinwirkung anschießenden Kristalle nicht in Azeton oder Anilin, während die Sublimatkristalle sich darin leicht lösen. Umgekehrt lösen sich die Sublimatkristalle nicht in Soda (10 pCt.), im Gegensatz zu den Kristallen im Blatte. Es handelt sich um verschiedene Körper.

Eine andere Frage ist die, ob die von mir aus *Gentiana germanica* gewonnenen Substanzen mit irgendwelchen bereits bekannten identisch sind. In erster Linie war da an die Stoffe zu denken, die in der Wurzel und im Rhizom von *Gentiana lutea* und einigen verwandten Arten (*G. pannonica, G. purpurea* und *G. punctata*) aufgefunden worden sind, an das Gentiopikrin und Gentisin oder Gentianin.

Gentiopikrin, das bekannte Glykosid der *Enzian*wurzel, ist das Sublimat sicherlich nicht. Denn meine Sublimationskristalle zeigen ganz andere Löslichkeitsverhältnisse und außerdem gelang es mir nicht, aus dem Rhizom von *G. lutea* die Kristalle meiner Substanzen zu gewinnen, weder durch Sublimation noch durch die angeführten Reagentien.

Auch aus Gentianin kann das Sublimat nicht bestehen, denn die Löslichkeit beider Substanzen ist wesentlich verschieden. Nach TUNMANN[1]) sind die Sublimatkristalle farblos und lösen sich in wässeriger Chloralhydratlösung. Beides trifft für unsere Sublimatkristalle nicht zu, denn sie sind intensiv gelb und lösen sich in Chloralhydrat nicht. Auch ihre Gestalt ist verschieden.

Ich habe auch jene Kristalle, wie sie in dem Blatte von *Gentiana germanica* unter dem Einfluß von Säuren entstehen, mit der getrockneten Wurzel von *Gentiana lutea* niemals erhalten.

Über die Stoffgruppe, zu der die unter I und II beschriebenen Körper gehören, vermag ich auf Grund meiner mikrochemischen Befunde nichts Bestimmtes auszusagen, ich muß mich vielmehr damit bescheiden, mit meinen Mitteilungen die Aufmerksamkeit der Chemiker auf das Blatt von *Gentiana germanica* zu lenken, um

---

1) TUNMANN, O., Pflanzenmikrochemie. Berlin 1913, p. 406. Vgl. auch TSCHIRCH, A., Handbuch d. Pharmakogn., 2. Abt., p. 1594.

eine makrochemische Prüfung anzuregen, von der allein weitere Aufschlüsse über die beschriebenen kristallisierenden Körper zu erwarten sind. Hier winkt ein dankbares Arbeitsfeld.

III.

Zusammenfassung.

1. Aus den Blättern von *Gentiana germanica* Willd. erhält man durch Mikrosublimation einen leicht kristallisierbaren Körper von gelber Farbe, der vorläufig mit keinem bekannten identifiziert werden konnte und als Gentioluteïn bezeichnet wird.

2. Überdies erhält man in der Oberhaut und dem Mesophyll des Blattes der gleichen Pflanze unter dem Einfluß wasserentziehender Mittel oder verschiedener Säuren reichlich kristallisierte Niederschläge, die aber nicht den Gentioluteïn angehören, sondern einem andern Körper.

Erklärung der Tafel XI.

Gentiana germanica.

Fig. 1. Kristalle von Gentioluteïn, erhalten durch Mikrosublimation aus dem Blatte. Vgr. etwa 80.

Fig. 2 u. 3. Die Kristalle der Fig. 1 stärker vergrößert. Vgr. etwa 390.

Fig. 4. Vier Zellen der Oberhaut des Blattes, in denen sich beim Absterben im Wasser sphäritische Massen gebildet haben, von denen gerade oder hin- und hergebogene bräunliche Fäden ausstrahlen. Vgr. etwa 890.

Fig. 5. Laubblatt, im Wasser gekocht, erscheint weiß punktiert. Die Punkte bestehen aus großen Kristallaggregaten eines unbekannten Körpers. Nat. Gr.

Fig. 6. Kristalle einer unbekannten Verbindung, entstanden nach Behandlung des Blattes mit Salzsäure. Vgr. etwa 390.

Fig. 7. *Gentiana ciliata.* Ein Stück eines Baumwollfadens, auf dem sich bei der Sublimation Kristalle gebildet haben.

Fig. 8. Kristalle einer unbekannten Substanz, gewonnen nach Behandlung des Blattes mit Essigsäure. Vgr. etwa 390.

67. Artur Meyer: Das ergastische Organeiweiß und die vitülogenen Substanzen der Palisadenzellen von Tropaeolum majus.

(Mit 4 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 16. November 1917.)

Es ist selbstverständlich, daß die Kenntnis der Morphologie der Zelle die erste Bedingung für das Verständnis der Organismen und der Lebenserscheinungen ist. Gemeint ist eine Morphologie, welche die Formelemente der Zelle und deren Lage in engster Beziehung zur Physiologie und Oekologie betrachtet. Ich habe mir die Aufgabe gestellt, die Morphologie der Zelle zu fördern. Ich habe dazu zuerst versucht, zweckmäßige, auf möglichst genauer Kenntnis des Baues der Zelle ruhende Kategorien der Formelemente der Zelle, gut umgrenzte Begriffe derselben und brauchbare Namen zu schaffen. Schon 1896 habe ich (A. M. 1896, S. 212) eine diese Prinzipien berücksichtigende Einteilung der morphologischen Bestandteile der Zelle aufgestellt. Ich stellte dort scharf gegenüber die „ergastischen Gebilde" den „alloplasmatischen Organen" und „protoplasmatischen Organen". 1898 veröffentlichte ich ein morphologisches System (A. M. 1898, S. 18), welches 1915 von mir (1915, S. 20) nur wenig verändert wurde. Indem ich auf die 1915 gegebene Darstellung verweise, erwähne ich nur, daß ich in der Zelle hauptsächlich unterscheide:

I. Den Protoplasten,
  a) protoplasmatische Organe,
    α. Zytoplasma,
    β. Zellkern,
    γ. Chromatophoren,
  b) alloplasmatische Gebilde.

II. Die ergastischen Gebilde,
    α. Einschlüsse,
    β. Ausscheidungen.

Dieses System ist ein Arbeitsprogramm, welches uns zur genauen Untersuchung der Formelemente der Zelle zwingt, wenn wir das Formelement in die Kategorien einzuordnen versuchen.

Zuerst z. B. ist die Frage zu entscheiden, ob ein Formelement zu den ergastischen Gebilden oder zum Protoplasten zu rechnen ist. Wir sind demnach gezwungen, die unterscheidenden Merkmale dieser Kategorien von Formelementen aufzusuchen. Dazu ist ein sehr genaues Studium der ergastischen Gebilde mit Hinblick auf die Eigenschaften der Organe der Zelle nötig, welches ich z. B. zuerst für die Stärkekörner (A. M. 1895), dann für die Allinante (A. M. 1916), dann für die Nukleolen (A. M. 1917) durchführte. Vorzüglich die Geschichte der Forschungen über die Allinante wird zeigen können, welche Schwierigkeiten schon der Entscheidung der Frage gegenübertreten, ob ein Formelement der Zelle zu den ergastischen Gebilden oder zu den Bestandteilen der Protoplasten gehört.

Kehren wir zu meinem System zurück, so möchte ich weiter dazu bemerken, daß ich neuerdings (1917, S. 336 und 1916, S. 172) die Nukleolen und Allinante vom physiologischen Gesichtspunkte als Reservestoffante bezeichnet habe. Ich möchte jetzt vom physiologischen Gesichtspunkte die ergastischen Gebilde zuerst einteilen in ergastische Gebrauchsgebilde, ergastische Sekretgebilde und ergastische Stützgebilde, wie ich sie vom topographischen Gesichtspunkte schon unterschied als Einschlüsse und Ausscheidungen. Ergastische Gebrauchsgebilde sind alle diejenigen Gebilde, deren Substanz noch im Betriebsstoffwechsel der Zelle Verwendung findet, so z. B. immer die Stärkekörner; ergastische Sekretgebilde sind Gebilde wie z. B. Tropfen von aetherischem Öle, die im Plasma liegen. Selbstverständlich ändert an der Berechtigung dieser Einteilung die Tatsache nichts, daß in seltenen Fällen auch typische Sekretgebilde, wie z. B. die Oxalatkristalle in Gebrauch genommen werden können. Den Namen ergastische Reservestoffgebilde möchte ich für diejenigen ergastischen Gebrauchsgebilde reservieren, die in der Zelle für eine ganz bestimmte Leistung in Reserve gelegt werden.

Über die Organe des Protoplasten möchte ich hier weiter folgendes hinzufügen. Wie ich später zeigen werde, sind die Organe des Protoplasten durchaus optiscb homogen. Alle in ihnen mittelst des Mikroskopes erkennbaren Formelemente sind ergastische Gebilde. Wir stehen also bei der weiteren Erforschung der Organe des Protoplasten an der Grenze der mikroskopischen Morphologie und gelangen in das Gebiet der amikroskopischen oder, wenn wir uns anders ausdrücken wollen, in das Gebiet der naturwissenschaftlich-metaphysischen Morphologie der Zelle, in welcher wir uns weiter mit Massenteilchen beschäftigen, die für unser Auge,

auch für das bestbewaffnete, nicht mehr sichtbar sind. Die Existenz, Größe und viele andere Eigenschaften dieser für uns nicht direkt sichtbaren Massenteilchen, wie die der Moleküle und Atome, können wir aber doch aus Eigenschaften der Substanzen ableiten, welche aus ihnen zusammengesetzt sind.

Ich werde ferner später zeigen, daß wir in den optisch homogenen Organen zwei ganz verschiedene Arten unsichtbarer Massenteilchen anzunehmen gezwungen sind, 1. Moleküle und 2. Vitüle Ein großer Volumenteil der Organe besteht aus Substanzen, welche aus Molekülen aufgebaut sind, und ich will diese als ergastische Organstoffe (kurz ergastische Stoffe) von den aus Vitülen bestehenden Stoffen unterscheiden. Die ergastischen Organstoffe besitzen in der lebenden Zelle keine anderen Eigenschaften als die sind, welche sie uns im Reagensglase des Chemikers zeigen.

Ich will die ergastischen Organstoffe in zwei physiologische Kategorien einteilen, 1. in die der ergastischen Gebrauchsstoffe und 2. in die der ergastischen Sekretstoffe. Zu den ergastischen Organ-Gebrauchsstoffen gehören z. B. die Eiweißkörper, die in den Organen des Protoplasten in Wasser gelöst vorkommen; ich habe schon in einer früheren Mitteilung (1915, a) über sie berichtet. Wie die Moleküle der ergastischen Organstoffe sind auch die Vitüle im Wasser der Organe verteilt. Auf das Wesen dieser unsichtbaren Massenteilchen kann ich hier nicht weiter eingehen, weil ich dasselbe nur in größerem Zusammenhange richtig beleuchten kann. Das soll in meinem schon angezeigten Buche „Morphologische und physiologische Analyse der Zelle" geschehen.

Ich muß nur hier noch sagen, daß die Vitüle nur in der lebenden Zelle existenzfähig sind und sich beim Absterben des Protoplasten in Moleküle umbilden, welche dann wahrscheinlich in der toten Zelle liegen bleiben und der chemischen Forschung zugänglich sind. Solche chemische Substanzen, welche aus Vitülen beim Absterben des Protoplasten hervorgehen, bezeichnen wir als „vitülogene Stoffe".

Danach würden an meinem Systeme der Formbestandteile der Zellen folgende Vervollständigungen vorzunehmen sein:

I. Der Protoplast,

a) protoplastische Organe,

α. Zytoplasma,

β. Zellkern,

γ. Chromatophoren

sind optisch homogene Gemische von wässerigen Lösungen der

1. aus Molekülen bestehenden ergastischen Organstoffe,
   α. ergastische Organgebrauchsstoffe,
   β. ergastische Organsekretstoffe,
2. Vitüle.

II. Ergastische Gebilde

einzuteilen vom topographischen Standpunkte in
   α. Einschlüsse,
   β. Ausscheidungen,

einzuteilen vom physiologischen Standpunkt in
   α. ergastische Gebrauchsgebilde,
   β. ergastische Sekretgebilde,
   γ. ergastische Stützgebilde.

Ich denke, daß diese Auseinandersetzung zum Verständnis dessen genügen wird, was ich auf Grundlage einer von mir ange-

Abb. 1. a Kerne mit Nukleolen, b Chloroplasten mit Sekret aus den Palisadenzellen von *Tropaeolum majus*, mit Bendafixage behandelt und nach HEIDENHAIN gefärbt, Vergr. 2600.

stellten Untersuchung „Über den Eiweißstoffwechsel und das Vergilben der Laubblätter", deren Resultate ich bald veröffentlichen werde, über das Verhalten des ergastischen Eiweißes und der vitülogenen Stoffe in den Assimilationszellen der Blätter von *Tropaeolum majus* berichten werde.

Der Protoplast der Palisadenzellen dunkelgrüner Blätter von *Tropaeleum majus* ist durch eine große Zentralvakuole gedehnt. Ein dünner Zytoplasmabelag der Zellwand schließt Kern und Chromatophoren ein.

Als ergastische Gebilde finden sich wenige kleine Allinante im Zytoplasma, mehrere, meist nur bei Färbung hervortretende Nukleolen in den Kernen (Fig. 1a) und zahlreiche Sekrettropfen (ARTHUR MEYER 1917a) in den Chloroplasten (Abb. 1b).

Wenn man Salpetersäure oder Millons Reagens auf die mit Alkohol entfärbte Palisadenzelle einwirken läßt, so zeigt die eintretende Färbung an, daß die Chloroplasten sehr reich an ergastischem Organeiweiß sind. Weniger intensiv färben sich Kern, Nukleolen, Zytoplasma und Allinante.

Wenn wir diese verschiedene Stärke der Eiweißreaktion der Formelemente der Zelle berücksichtigen, so gewinnen wir einen guten Einblick in das Mengenverhältnis, in welchem die ergastischen Eiweißstoffe in der Palisadenzelle vorkommen, sobald wir das Volumen des Kernes, des Zytoplasmas und das Gesamtvolumen der Chromatophoren einer Palisadenzelle in Rechnung ziehen.

Über diese und anderes unterrichtet uns die folgende Untersuchung, welche meine Herren Assistenten Dr. FR. J. MEYER und Dr. CH. KIEHN nach von mir angegebenen Arbeitsmethoden ausgeführt haben, eine Untersuchung, welche mir auch einen meine Anschauungen berücksichtigenden Einblick in das Verhältnis bieten soll, in welchem die Masse der Trophoplasten, des Kernes und des Zytoplasmas zu einander steht.

Wir erhalten damit auch ein Beispiel für eine zahlenmäßige „Kern-Plasma-Relation“. Aus der Größe der durch ergastische Gebilde z. B. eine Zentralvakuole, gedehnten Zelle und der Flächenansicht des dazu gehörenden Kernes kann man natürlich nicht ohne weiteres auf das Verhältnis schließen, in dem ihre Massen stehen, aus dem Vergleich mehrerer solcher Verhältnisse kann man auch nur vermutungsweise den Satz ableiten, daß die Kernmasse einer Zelle mit der Zunahme der Zytoplasmamenge steigen könnte. Nur durch an verschiedenen Zellarten ausgeführte Bestimmungen gleicher Art wie die hier mitgeteilte und deren Vergleichung kann man völlige Klarheit darüber erhalten, ob wirklich die Kernmasse zu der Zytoplasmamasse in allen Fällen in einem ähnlichen quantitativen Verhältnisse steht.

Wenn wir dann das Verhältnis der Volumina vom Kern und Zytoplasma ins Auge fassen und die Beziehung zwischen Größe der Zelle und des Kernes genau beachten, so können wir auch entscheiden, ob der Kern auch wächst, wenn das Volumen der Zelle ohne Vermehrung des Zytoplasmas zunimmt. Es wäre das für unsere Vorstellung von der Wirkungsweise des Kernes von Bedeutung.

Bestimmung des Volumens des Kernes, des Zytoplasmas und der Gesamtheit der Chloroplasten.

Durchschnittliches Volumen der Kerne.

Die Kerne der Palisadenzellen sind in der Mitte der Zellen stärker gestreckt als an den Enden. Es wurden nur wandständige Kerne aus der Mitte der Zellen gemessen. Der größte Durchmesser des Kernes wurde an Querschnitten, die beiden zu ihm senkrechten an Flächenschnitten des Blattes bestimmt.

Die Kerne wurden mit dem ABBEschen Zeichenapparat, bei Anwendung der ZEISSschen Oelimmersion 1/12 und dem Kompensationsokular 12 gezeichnet. Die Vergrößerung war 2660. Die Bilder wurden mit dem Millimetermaßstab gemessen und die erhaltenen Größen auf die Objektgröße umgerechnet.

Die Messung der Zeichnungen von 20 Kernen ergab für den größten *Durchmesser (L)* in mm:

25,0	19,5	24,5	23,5	22,5	
22,0	20,0	23,0	29,0	21,0	
20,0	21,0	23,0	19,0	18,0	
23,0	18,5	19,0	19,0	20,0	Summa = 430,5.

Danach: Durchschnitt der Durchmesser l = 8,1 μ, Größter Wert von l = 9,4 μ,
Kleinster Wert = 6,8 μ.

Die beiden anderen Durchmesser der Kerne lieferten die Werte B und H in mm:

B	H	B	H	B	H	B	H	B	H
7,5	6	15,0	7,0	11,0	7,0	13,0	6,5	14,0	8,0
15,0	9,0	11,5	7,0	11,0	7,0	13,0	8,5	12,5	9,0
11,0	7,0	8,0	6,0	15,5	8 5	11,5	6,0	13,5	8,0
11,0	7,0	10,0	6,0	15,0	7,5	12,0	7,0	12,0	9,0

Danach: Durchschnitt der Durchmesser b = 4,6 μ. Größter Wert von b = 5,8 μ.
Kleinster Wert = 2,8 μ.

Durchschnitt der Durchmesser h = 2,8 μ. Größter Wert von h = 3,4 μ.
Kleinster Wert = 2,3 μ.

Das Volumen der Kerne wurde dann aus den 3 Durchmessern l, b, h als das eines dreiachsigen Ellipsoids nach der Formel $V = \frac{4\pi}{3} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{h}{2}$ berechnet. Es ergab sich 54,3 μ^3.

Durchschnittliches Volumen der Chloroplasten.

Die Berechnung des Volumens konnte mit hinreichender Genauigkeit unter der Voraussetzung ausgeführt werden, daß die Gestalt der Chloroplasten eine Zwischenform zwischen einem dreiachsigen Ellipsoid mit den beiden größeren parallel der Zellmembran liegenden Achsen l und b und der dritten zur Zellmembran senkrecht stehenden Achse h und einem halben der Zellmembran aufliegenden Ellipsoid mit den größeren Achsen l und b und der dritten Achse 2 h ist. Das Volumen des Ellipsoides (l, b, h) ist

$$V = \frac{4\pi}{3} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{h}{2},$$

das Volumen des Halbellipsoides (l, b, 2h) ist

$$V = \frac{1}{2} \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot h \cdot$$

Beide Volumina sind einander gleich, also darf mit einer für unsere Zwecke hinreichender Genauigkeit auch das Volumen der Chloroplasten nach der Formel $V = \frac{4\pi}{3} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{h}{2}$ berechnet werden. Die Durchschnittswerte von l und b wurden aus 40 Messungen an Chloroplasten, welche auf der Unterseite angeschnittener Zellen lagen, gewonnen, der Durchschnittswert von h aus 20 Messungen an Chloroplasten, welche an Seitenwänden lagen.

Die gemessenen Werte der Länge (L) und Breite (B) waren in mm:

L	B	L	B	L	B	L	B	L	B
13,0	10,5	11,0	8,5	10,0	8,0	13,0	6,5	10,0	7,0
11,5	7,5	11,0	2,0	10,0	7,5	12,0	7,0	9,0	7,0
10,0	7,5	9,0	7,0	9,0	8,0	10,0	8,0	12,0	10,0
9,5	9,0	9,0	7,0	11,0	6,0	8,0	8,0	11,0	9,0
7,5	7,0	9,5	8,5	10,0	7,0	10,0	8,0	9,0	7,0
13,0	9,5	10,5	8,5	12,0	7,0	10,0	9,0	10,0	9,0
9,5	7,0	11,0	7,5	13,0	6,5	8,0	6,0	11,0	7,0
12,0	6,0	9,0	8,5	10,0	7,0	8,0	7,0	11,0	10,0

Summe von L = 413,0. Summe von B = 311,0.

Durchschnitt der Durchmesser l = 3,9 μ. Größter Wert l = 4,9 μ.
Kleinster Wert 3,0 μ.

Durchschnitt der Durchmesser b = 2,9 μ. Größter Wert h = 4,0 μ.
Kleinster Wert = 2,3 μ.

Die gemessenen Werte für H waren in mm:

6,0	4,5	4,0	5,0	5,0	4,0	4,5	4,0	4,0	3,5
5,0	4,0	5,0	3,5	4,0	3,5	5,0	4,0	3,5	3,5

Durchschnitt der Durchmesser h = 1,6 μ. Größter Wert h = 2,3 μ.
Kleinster Wert = 1,3 μ.

Das mittlere Volumen eines Chloroplasten ist nach der vorher angegebenen Formel berechnet, 9,4 μ^3. Da nach 10 Zählungen an lebenden Zellen die Zahl der in einer Zelle enthaltenen Chloroplasten im Durchschnitt 54 beträgt (Maximum 66, Minimum 45), so ist das Gesamtvolumen der Chloroplasten einer Palisadenzelle = 507,6 μ^3.

Danach verhält sich (Kern- + Nukleolen-Volumen): (Chloroplasten + Sekret-Gesamtvolumen) = 1 : 9,35.

Bestimmung des durchschnittlichen Gesamtvolumens der Nukleolen eines Kernes.

Die Nukleolen sind annähernd kugelförmig. Es wurde der Durchmesser der Nukleolen von 20 Kernen gemessen. Wir geben als Beispiel die Messungen aller Nukleolen eines Kernes:

Durchmesser in Mikromillimetern:

0,876—0,564—0,564—0,752—0,940—1,128—1,128—0,940.

Danach berechnetes Volumen; in Kubikmikromillimeter:

0,028—0,093—0,098—0,222—0,433—0,750—0,750—0,433.

Danach Gesamtvolumen der Nukleolen des Kernes 2,802.

In gleicher Weise wie dieser wurden noch 19 andere Kerne untersucht.

Die für die 20 gezeichneten Kerne berechneten Gesamtvolumina der Nukleolen waren in Kubikmikromillimetern:

2,80—1,02—4,28—2,65—3,48—1,42—3,02—1,16—1,20—2,04—1,40—1,72
1,51—0,64—1,85—1,78—1,86—1,78—1,76—2,27.

Durchschnitt des Gesamtvolumens der Nukleolen eines Kernes = 2,0 μ^3.
Größter Wert = 4,3 μ^3. Kleinster Wert = 0,64 μ^3.

Dieses Endergebnis hat unter der Annahme, daß beim Zeichnen und beim Messen der einzelnen Nukleolen Fehler bis zu 0,5 mm gemacht wurden, höchstens einen Fehler von 4,5 %.

Das Volumen der Kernsubstanz beträgt nun nach Abzug der ergastischen Nukleolensubstanz 54,3—2,0 = 52,3 μ^3.

Bestimmung des Volumens des in einer Palisadenzelle enthaltenen Assimilationssekretes.

Zuerst wurde das Volumen der lebenden (in diesem Falle etwas Stärke enthaltenden) Chloroplasten in gleicher Weise wie das der fixierten bestimmt. Es ergab sich als Durchschnittswert aus 40 Messungen (für l und b) bzw. aus 20 (für h) l = 5,0 μ, b = 4,0 μ, h = 2,4 μ und daraus als Mittelwert des Volumens eines Chloroplasten V = 25,0. Von diesem Volumen wurde dann das durchschnittliche Volumen der Stärkekörner abgezogen, welches als das von Rotationsellipsoiden bestimmt wurde. Als mittlerer Wert des Stärkegehaltes eines Chloroplasten ergab sich 2,0 μ^3. Das Volumen der Chloroplasten + Sekret war also 25,0—2,0 = 23,0 μ^3.

Der Durchmesser der Sekrettröpfchen wurde zu 0,25 μ gefunden. Unter der hinreichend genau erfüllten Voraussetzung, daß die Tröpfchen alle gleich groß und gleich weit voneinander entfernt sind, kann man sich den ganzen Chloroplasten in den Raum lückenlos erfüllende regelmäßige Dodekaeder zerlegt denken, in deren Mitte sich je ein kugeliges Sekrettröpfchen befindet. Das Volumen eines solchen Dodekaeders ist — ausgedrückt durch den Abstand des Mittelpunktes von einer Seitenfläche —

$$V = 5 \cdot R^3 \cdot \frac{\operatorname{tg} 36^0}{\cos^2 36^0} = 5 \cdot 0{,}5^3 \cdot \frac{\operatorname{tg} 36^0}{\cos^2 36^0} = 0{,}69\,\mu^3.$$

Das Volumen eines Sekrettröpfchens ist $V = \frac{4\,\pi}{3} \cdot r^3 = \frac{4\,\pi}{3} \cdot \frac{1}{8^3} = 0{,}0081\,\mu^3$. Der Quotient aus dem Volumen eines Dodekaeders aus Chloroplastensubstanz durch das Volumen einer darin liegenden kugeligen Sekretmenge ist demnach $\frac{0{,}69}{0{,}0081} = 86$. In den gesamten Chloroplasten einer Zelle ist, da die durchschnittliche Anzahl der Chloroplasten einer Zelle 54 und das durchschnittliche Volumen eines Chloroplasten 23,0 μ^3 beträgt, also $\frac{1}{86} \cdot 54 \cdot 23 = 14{,}4\,\mu^3$ Sekret enthalten.

Unter Berücksichtigung der ergastischen Gebilde der Kerne und Chloroplasten nimmt das Verhältnis von Chloroplasten- zur Kern-Substanz den Wert an:

$$\frac{507{,}6-14{,}4}{54{,}3-2{,}0} = \frac{493{,}2}{52{,}3} = \frac{9 \cdot 4}{1}.$$

Bestimmung des Volumens des gesamten Plasmas einer Palisadenzelle.

Wir benutzten, weil das mit Benda fixierte Material nicht gut gelungen war, Alkoholmaterial zu den Messungen. Dadurch ist wohl das gefundene Volumen des Zytoplasmas etwas zu groß ausgefallen, doch wird die Zahl annähernde Brauchbarkeit behalten.

Vor dem Fixieren mit Alkohol wurden die Objekte unter der Luftpumpe mit 10 proz. Salpeterlösung injiziert und so lange behandelt, bis sich der Protoplast etwas von der Wand abgehoben hatte. Die Dicke des Zytoplasmaschlauches wurde an Flächenschnitten des Blattes, die durch die Palisadenschicht geführt waren, festgestellt. Die Schnitte waren mit Eisenhämatoxylin gefärbt. Die Messungen wurden nach der von mir angegebenen, bei VIEHÖVER (1913, S. 18) beschriebenen Methode ausgeführt. Für die Dicke des Zytoplasmaschlauches ergab sich als Durchschnitt aus 20 Messungen der Wert 0,33 μ. Die größten und kleinsten der gefundenen Werte betrugen 0,50 μ und 0,25 μ.

Der Durchmesser des Zytoplasmaschlauches wurde durch Messungen an Flächenschnitten des Blattes, die durch die Palisadenschicht führten, festgestellt. Im Durchschnitt betrug der Durchmesser 8,8 μ. Die Länge des Zytoplasmaschlauches wurde an Blattquerschnitten bestimmt; es wurden 20 Zellen gemessen; als mittlere Länge (l) wurde 26,8 μ bestimmt (größter Wert 32 μ, kleinster Wert 22 μ).

Bei der Berechnung wurde der Zytoplasmaschlauch als ein Körper betrachtet, der aus einem Kreis-Hohlzylinder (äußerer Radius = 4,4 μ, Höhe = 18,0 μ) und zwei diesem an den Enden aufgesetzten Hohl-Halbkugeln (äußerer Radius 4,4 μ) besteht. Das Volumen dieses Hohlzylinders wurde gleich äußere Oberfläche. Dicke der Wandung berechnet, mittelst der Formel:

$$(2r\pi h + 4r^2\pi) \cdot d = 2r\pi(h + 2r) \cdot d = 2r\pi \cdot l \cdot d = 8{,}8 \cdot \pi \cdot 26{,}8 \cdot 0{,}33 = 244\,\mu^3.$$

Danach verhält sich (Kern + Nukleolen): Zytoplasma = 1 : 4,6 und die reine Kernsubstanz: Zytoplasma = 1 : 4,7.

Zusammenfassung der Ergebnisse: der Untersuchung des Protoplasten der Palisadenzelle.

Gesamtvolumen der Nukleolen eines Kernes 2,0 μ^3.
Volumen der Kernsubstanz 52,3 μ^3.
Gesamtvolumen der Chloroplastensubstanz einer Zelle 493 μ^3.
Gesamtvolumen des Assimilationssekretes aller Chloroplasten einer Zelle 14,4 μ^3.
Volumen des Zytoplasmas 244 μ^3.
Relation der reinen Kern-Zytoplasma-Chloroplasten-Substanz 1 : 4,7 : 9,4.

Ob das Verhältnis zwischen dem Volumen des Kernes und dem des Zytoplasmas im Verlaufe des Lebens immer gleich bleibt, können wir direkt nicht sehen; wohl aber sehen wir bei Verfolg des Alters, während dem ein Hellerwerden und eine Verfärbung des Blattes eintritt, eine Änderung des Verhältnisses zwischen dem Volumen des Kernes und dem Gesamtvolumen der Chloroplasten eintreten, bei welchem die Verhältniszahl für das Kernvolumen anwächst.

Unsere Zahlen gelten für ergastische Organstoffe + Vitüle, während die Masse der Vitüle vermutlich erhalten bleibt, werden anscheinend mehr ergastische Eiweißstoffe der Chloroplasten als

des Kernes gelöst. Messungen ergaben folgende Zahlen, welche die Abnahme des Volumens des Kernes und der Chromatophoren erkennen lassen.

	Kerngröße kleiner	Kerngröße großer	Chloroplasten-Durchmesser
Dunkelgrüner Zustand des Laubblattes, ungefähr 25 Lebenstage des ausgewachsenen Blattes,	4,7 μ	7,0 μ	5,8 μ
langsam übergehend (ungefähr 6 Tage grün) in den hellgrünen Zustand des Blattes, der ungefähr 12 Tage währt	5,0 μ	5,9 μ	4,2 μ
gelber Zustand b, welcher kurz vor dem Absterben des Blattes herrscht	3,4 μ	4,8 μ	2,5 μ

Dieses Kleinerwerden der Organe im alternden Laubblatt hat hauptsächlich darin seinen Grund, daß das ergastische Organeiweiß der Chloroplasten und Kerne gelöst wird. Die Lösung des ergastischen Organeiweißes ist durch die Abnahme der Assimilationsenergie alternder Blätter bedingt. Diese bewirkt, daß am Tage nicht so viel Eiweiß aufgebaut werden kann, als zum Ersatz des durch Atmung und Ableitung am Tage und in der Nacht verloren geht.

Das Eiweiß der Nukleolen nimmt hier nicht wesentlich ab; KIEHN (1917, S. 34) wies eine Abnahme der Nukleolensubstanz in den alternden grünen Blättern von *Galtonia* sicher nach. Hier behalten die Kerne Nukleolen fast ihr ganzes Leben lang, vielleicht sogar bis kurz nach ihrem Tode wesentlich unverändert, wo diese ergastischen Gebilde dann plötzlich in Lösung gehen so daß der Kern noch einmal zusammenfällt.

Statt der Durchmesser 3,4 und 4,8 μ des Kernes im gelben Zustande des Blattes finden wir nach dem Absterben der Zelle 3,1 μ und 4,4 μ. Die Durchmesser der Kerne des gelben Blattes betragen 4,8 μ und 3,4 μ; berechnet man das Volumen eines derartigen Kernes als Volumen eines Rotationsellipsoides, so erhält man 28,9 μ^3. Die Kerne der toten Blätter haben einen Durchmesser von 4,4 μ und 3,1 μ und somit ein Volumen von 22,0 μ^3. Es bleibt ein Plus an Volumen des gelben Kernes gegenüber dem des toten von $28{,}9 - 22{,}0 = 6{,}9\ \mu^3$. Rechnet man das Volumen der Nukleolen von den Kernen der gelben Zellen ab, so bleibt

$28,9 - 2 = 26,9\mu^3$; also wird auf den Verlust an anderen Substanzen und auf die Schrumpfung des Volumens nach diesem Überschlag ungefähr $4,9\ \mu^3$ kommen.

Die Nukleolensubstanz ist ja (A. M. 1917) ein Reservestoff, der für heranwachsende Zellen bereit gestellt ist, und da kein Zellwachstum im erwachsenen Blatt stattfindet, bleiben die Nu-

Abb. 2. Skizze der Umrisse von Palisadenzellen von *Tropaeolum majus* mit Chloroplasten, Kern und Allinanten. a nach 5tägiger Verdunkelung eines dunkelgrünen Blattes. b nach darauf folgender 14tägiger Beleuchtung.

kleolen im allgemeinen erhalten, um erst zuletzt, wenn alle Eiweißstoffe auswandern, der Auflösung zu verfallen.

Wenn man die Blätter verdunkelt, so tritt die Lösung des ergastischen Organeiweißes schneller ein, weil keine Assimilation mehr stattfinden kann. Die Chloroplasten können dann relativ schnell bis zur Größe des hellgrünen Zustandes kommen ($4,2\ \mu$),

so daß die Schwächung der Chloroplasten durch das Altern derselben nicht so weit fortschreitet, daß sie unfähig werden, die Bildung einer genügend großen Menge von Eiweiß zu ermöglichen. Es erfolgt dann, wenn man die Verdunkelung der Blätter aufhebt, eine relativ kräftige Assimilation und ein langsames Wiederauffüllen der Chloroplasten mit ergastischem Eiweiß, wodurch sie an Volumen wachsen.

Abb. 2 zeigt in a die Zelle eines dunkelgrünen Blattes, welches 5 Tage verdunkelt war, mit den Umrissen der Chloroplasten und in b eine Palisadenzelle desselben Blattes, nachdem es wieder 14 Tage beleuchtet worden war.

Dauert die Beleuchtung länger, so tritt eine zu weit gehende Altersschwächung und Verkleinerung der Chloroplasten ein, so daß dann eine Auffüllung nicht mehr gelingt.

Das Eiweiß, welches im an der Pflanze sitzenden Blatte, wie wir sehen, mit dem Altern desselben mehr und mehr gelöst wird, wandert größtenteils in die Achsen aus und von da in die wachsenden Organe. Es wird so zuletzt auch das ergastische Eiweiß gänzlich aus den Organen des Protoplasten herausgenommen, und es bleibt dann in der Zelle von den Organen nur ein für die Ernährung der wachsenden Teile der Pflanze unbrauchbarer Rest liegen.

Betrachten wir zuerst einen Zustand der Palisadenzelle, welcher direkt vor dem Tode der Zelle liegt, den in Abb. 3a und b dargestellten Zustand (b) der Palisadenzelle des gelben Blattes, so finden wir, daß das ergastische Eiweiß der Nukleolen noch kaum angegriffen ist, während das des Organes, der Kernsubstanz, fast ganz gelöst zu sein scheint und die Chloroplasten eine große Quantität ergastisches Eiweiß abgaben. Die genauen Verhältnisse wurden durch die folgenden Untersuchungen festgestellt.

Bestimmung des Volumens der reinen Kernsubstanz, der reinen Chloroplastensubstanz, des Zytoplasmas und der ergastischen Gebilde der Palisadenzelle des gelben Blattes von *Tropaeolum majus*.

Die Messungen und Berechnungen für die Palisadenzellen des gelben Blattes (Zustand b, entsprechend Abb. 3) wurden in gleicher Weise angestellt wie bei den Palisadenzellen des dunkelgrünen Blattes und ergaben die folgenden Werte:

Durchschnittswerte für die 3 Durchmesser des Kernes	5,3	4,6	2,7 μ
Größte Werte für die 3 Durchmesser	6,2	5,6	3,0 μ
Kleinste Werte für die 3 Durchmesser	4,1	3,4	2,3 μ
Durchschnittliches Volumen der reinen Kernsubstanz	32,3 μ^3		
Durchschnittliches Gesamtvolumen der Nukleolen eines Kernes	2,1 μ^3		

Durchschnittswerte für die 3 Durchmesser der Chloroplasten	2,5	2,0	1,8 μ
Größte gemessene Werte	3,0	2,6	2,8 μ
Kleinst gemessene Werte	1,8	1,5	1,3 μ
Durchschnittlicher Durchmesser der Sekrettröpfchen	0,7 μ		
Abstand der Sekrettröpfchen von einander	0,27 bis 0,35 μ		
Durchschnittliches Volumen eines Sekrettröpfchens	0,18 μ^3		
Volumen des in einem Chloroplasten enthaltenen Sekretes	0,22 bis 0,29 μ^3		
Gesamtvolumen der reinen Chloroplastensubstanz einer Zelle	191 μ^3		
Dicke des Zytoplasmaschlauches	0,1 bis 0,12 μ		
Volumen des Zytoplasmas	90 μ^3		

Relation der reinen Kern-Zytoplasma-Chloroplasten-Substanz einer Palisadenzelle des gelben Blattes: 1 : 2,8 : 5,9.

Vergleichen wir nun die Volumenveränderungen, die die Organe und ergastischen Gebilde der Palisadenzelle vom dunkelgrünen Zustande bis gelben noch lebenden Zustande des Blattes von *Tropaeolum* erleiden, so finden wir:

	dunkelgr. Blatt	gelbes Blatt	Abnahme
Volumen der reinen Kernsubstanz	53,3 μ^3	32,3 μ^3	38 %
Volumen der Gesamtchloroplasten-Substanz	493 μ^3	191 μ^3	61 %
Zytoplasmavolumen	244 μ^3	90 μ^3	63 %
Volumen der Nukleolen eines Kernes	2,0 μ^3	2,1 μ^3	0 %
			Zunahme
Gesamtvolumen des Assimilationssekretes	14,4 μ^3	63,4 μ^3	343 %
Kern-Zytoplasma-Chloroplasten-Relation der reinen Organsubstanzen	1 : 4,7 : 9,4	1 : 2,8 : 5,9.	

Es zeigt sich also, daß 38 pCt. Eiweiß in der reinen Kernsubstanz enthalten und ausgewandert waren, während die beinahe 10 pCt. der Kernsubstanz betragenden Nukleolen unberührt blieben. Das ergastische Eiweiß der Nukleolen wird kurz vor oder nach dem Absterben der Zelle sofort völlig gelöst, wo auch der Rest des ergastischen Organeiweißes des Kernes, welches nun nicht mehr als Arbeitsmaterial für den lebenden Kern nötig ist, weggeführt wird. Wie wir sehen werden, bleibt aber von dem Kern ein relativ großer Rest übrig, wie der Kern schon jetzt relativ weniger Substanz abgab als die Chloroplasten, entsprechend seinem relativ geringen Gehalte an ergastischem Eiweiß. Die Chloroplasten verloren 61 pCt. Eiweiß und konnten mit dem Reste noch leben,

ähnlich das Zytoplasma. So blieben jetzt für 1 Volumen reiner Organsubstanz des Kernes 5,9 reine Organsubstanz der Chloroplasten übrig, während im dunkelgrünen Blatte auf 1 Volumen Kernorgan 9,4 Chloroplastenorgan kamen.

Wenn die Zelle abstirbt, so nimmt die Pflanze alles ergastische Organeiweiß aus dem Protoplasten heraus, welches bisher die Organe des Protoplasten noch festhielten. Es zerstäubt dann das Zytoplasma, dessen Dicke schon an der Grenze des Sichtbaren lag, so daß seine Reste für uns unsichtbar werden. Bei *Tropaeolum* findet auch ein starker Zerfall der Chloroplasten statt, während der Kern hier, wie in allen untersuchten Fällen, gut erhalten bleibt, wenn die Zelle völlig abgestorben ist. In manchen Fällen bleiben auch die Chloroplastenreste besser erhalten.

Bei *Acanthus longifolius* z. B. bleiben auch die Chloroplastenreste noch längere Zeit nach dem Absterben der Zellen erhalten.

a. b.

Abb. 3. Chloroplasten und Kern aus dem gelben Zustande (b) einer Palisadenzelle eines vergilbten Blattes von *Tropaeolum majus*. Bendafixage, Eisenhämatoxylin-Färbung. a schwach differenzierter Kern mit den um ihn versammelten Chloroplasten. b stärker differenzierter Kern. Vergr. 2660.

Wenn man eine Mesophyllzelle des Blattes von *Acanthus* untersucht, nachdem das Blatt ganz abgestorben ist, so daß selbst mit 50proz. Salpeterlösung keine Plasmolyse mehr zu erreichen ist, so findet man die Chloroplasten doch meist so gelagert wie es in Abb. 3 für *Tropaeolum* dargestellt ist, manchmal sind die Chloroplasten auch noch über die Zellwand zerstreut.

Man sieht bei *Acanthus* meist nur einen großen Tropfen von durch den Farbstoff der Chloroplasten nur sehr schwach gefärbtem Sekret liegen (Abb. 4a), der sich in Alkohol nur unvollständig, leicht in Chloroform löst. Hat man mittelst Chloroform und Alkohol das Sekret aus der Zelle entfernt, so sieht man (Abb. 4 b) den Kernrest und die kleinen Reste der Chloroplasten, denen sich wohl kaum Reste des anscheinend in nicht mehr sichtbare Teilchen zerfallenen Zytoplasmas beimischen, in der Zelle liegen.

Man kann wohl sagen, daß die Gesamtreste der Chloroplasten kaum ein größeres Volumen zu besitzen scheinen als der Kernrest.

Die in Rede stehenden Reste sind nun sicher kein Eiweiß. Sie färben sich mit Millons Reagens kaum und würden auch sicher von der Pflanze gelöst und zurückgenommen werden, wenn sie aus Eiweiß beständen. Ich spreche sie als vitülogene Substanzen an, die in der lebenden Zelle gar nicht vorkommend, derselben Fremdkörper sind.

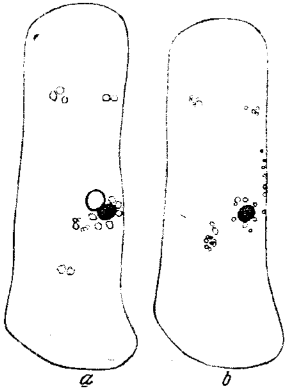


Abb. 4. Palisadenzellen eines gelben abgestorbenen Laubblattes von *Acanthus longifolius*. a Schnitt in Wasser, mit Kern, Chloroplasten und Sekrettropfen. b Dieselbe Palisadenzelle mit absolutem Alkohol und dann mit Chloroform ausgezogen, nach Auswaschen mit Alkohol und Wasser mit Jodkalium gefärbt. Kern und Chromatophorenreste.

Wenn meine Anschauung richtig ist, so würde man durch Messung dieser Reste eine Vorstellung von der Masse der Vitüle erlangen, die in den Organen des Protoplasten neben den ergastischen Substanzen vorkommen.

Die Laubblätter sind ein gutes Objekt für die Beobachtung der vitülogenen Substanzen, weil, da die Blätter gänzlich absterben, die Pflanze sich nicht um sie zu kümmern braucht. Da, wo sie durch diese Reste gestört wird, wie bei den jugendlichen Tracheen, vermag sie dieselben auch durch Lösung zu entfernen.

Von großem Interesse wäre, nach meiner Anschauung, die makrochemische Untersuchung dieser vitülogenen Substanzen der eben abgestorbenen Laubblätter.

Literaturverzeichnis.

C. KIEHN, Die Nukleolen von *Galtonia candicans* Decsne, Marburg, Dissertation 1917.

ARTHUR MEYER, Untersuchungen über die Stärkekörner, 1895, Jena, GUSTAV FISCHER.

ARTHUR MEYER, Die Plasmaverbindungen und die Membran von *Volvox globator, aureus* und *tertius*, mit Rücksicht auf die tierischen Zellen Botanische Zeitung 1896, Bd. 54, S. 187.

ARTHUR MEYER, Erstes mikroskopisches Praktikum, 1898, Jena, GUSTAV FISCHER.

ARTHUR MEYER, Erstes mikroskopisches Praktikum, 1915, Jena, GUSTAV FISCHER, 3. Aufl.

ARTHUR MEYER, Die in den Zellen vorkommenden Eiweißkörper sind stets ergastische Stoffe; Berichte der Deutsch. Bot. Ges. Bd. 33, 1915a, S. 373.

ARTHUR MEYER, Die Allinante; Berichte der Deutsch. Bot. Ges., Bd. 34, 1916, S. 168.

ARTHUR MEYER, Die biologische Bedeutung der Nukleolen; Berichte der Deutsch. Bot. Ges., Bd. 35, 1917, S. 383.

ARTHUR MEYER, Das während des Assimilationsprozesses in den Chloroplasten entstehende Sekret; Berichte der Deutsch. Botan. Ges., Bd. 25, 1917a.

VIEHOEVER, A., Botanische Untersuchung harnstoffspaltender Bakterien. Dissertation Marburg, 1913 (auch Zentralblatt für Bakteriologie, II. Abteilung, 39. Bd., 1913).

WILLSTÄTTER und STOLL, Untersuchungen über Chlorophyll, Berlin, SPRINGER 1913.

---

68. Arthur Meyer: Die chemische Zusammensetzung des Assimilationssekretes.

(Eingegangen am 17. November 1917.)

Ich habe in meiner Mitteilung über das Assimilationssekret[1]) in diesem Bande der Berichte darauf hingewiesen, daß die Tröpfchen des Assimilationssekretes sich mikrochemisch gut von Fetttröpfchen unterscheiden lassen.

Behandelt man die Sekrettröpfchen 1. mit ammoniakalischer Kalilauge, so werden sie nicht kristallinisch, während dieses bei den Fetttröpfchen der Fall ist, behandelt man sie 2. mit rauchender Salpetersäure, so werden sie nach ein paar Tagen höhlig, während die Fettropfen klar bleiben.

Die zu diesen und den sogleich weiter mitzuteilenden Reaktionen benutzten Tröpfchen des Assimilationssekretes lagen in älteren, aber noch völlig grünen Laubblättern. Sie zeigten folgende für unsere Auseinandersetzungen wichtige Reaktionen.

Wasser: löst nicht unter Deckglas (schwerlöslich in Wasser).

Alkohol von 95 pCt.: löst. Alkohol von 40 pCt. löst nicht unter Deckglas.

Aether: löst.

Eisessig + 15 pCt. Wasser: löst nicht (unter Deckglas).

Reine Essigsäure: löst leicht.

Osmiumsäure, 2 proz.: bräunt.

Ammoniakalische Silbernitratlösung: schwärzt. Das Präparat wurde mit dem Reagens, unter Deckglas eingeschlossen, eine Zeit lang liegen gelassen. *Astrantia major* zeigte im Oktober die Reaktion gut.

Erhitzen auf 120 Grad: Das Assimilationssekret verflüchtigt sich. Als ein Schnitt eines Blattes von ***Funkia*** auf dem Objektträger offen erwärmt worden war, stiegen bei Zusatz von Wasser zu dem trocknen Präparate noch Tröpfchen des Sekretes auf, noch besser sah man sie bei Zusatz von Essigsäure + 15 pCt. Wasser.

---

1) ARTH. MEYER: Das während des Assimilationsprozesses in den Chloroplasten entstehende Sekret.

Wurde das Präparat ungefähr eine Stunde auf 120 Grad erwärmt, so ließen sich keine Tröpfchen des Sekretes mehr nachweisen. Das Assimilationssekret ist spezifisch leichter als Wasser.

Die Gesamtmenge des Sekretes beträgt in 1 kg dunkelgrünen Blättern von *Tropaeolum majus* ungefähr 0,5 cm^3 [1]), in älteren Blättern kurz vor dem Vergilben 2,14 cm^3.

Diese Zahlen wurden für dunkelgrüne Blätter folgendermaßen gewonnen:

Die durchschnittliche Menge des Sekretes in einer Palisadenzelle beträgt, wie ich früher zeigte 14,4 μ^3.

1 Quadratmillimeter des Blattes enthält (nach zwei Zählungen an zwei verschiedenen Blättern) durchschnittlich 5200 Palisadenzellen.

1 Quadratzentimeter des Blattes wiegt 0,02 g.

Auf 77 in den Palisadenzellen liegenden Chromatophoren kommen bei *Tropaeolum* 23 im Schwammparenchym liegende (HABERLANDT, Physiol. Pflanzenanatomie, 1909, S. 251).

Danach enthält ein Kilo Blätter in den Palisadenzellen 0,3744 cm^3 Sekret, in den Schwammparenchymzellen 0,1118 cm^3, zusammen 0,4868 cm^3 Sekret.

Entsprechend der Flüchtigkeit und der Aetherlöslichkeit des Sekretes habe ich zuerst versucht durch Erhitzen des Blattpulvers, dann durch Ausziehen mit Aether und Behandlung des Extraktes eine Substanz von den Eigenschaften des Assimilationssekretes zu erhalten.

Ende September wurde eine Portion noch grüner Blätter von *Funkia Sieboldiana* ohne Mittelrippe und Stiel geerntet, an der Luft, dann über Kalk getrocknet und pulverisiert.

Zuerst wurden 200 g in einem Destillierkolben, unter Vorlegung eines Kühlers erst auf 102 Grad, dann auf 120 Grad erwärmt.

Es ging etwas getrübtes, eigentümlich riechendes ammoniakalische Silberlösung reduzierendes Wasser über, welches mit Aether ausgeschüttelt wurde. Nach dem Verdampfen des Aethers blieben ein paar Tröpfchen einer dicklichen, gelblich gefärbten Flüssigkeit zurück, die sich in Alkohol lösten. Ein Tröpfchen der Flüssigkeit wurde mit rauchender Salpetersäure unter Deckglas eingeschlossen; es erschien nach einigen Tagen von Höhlchen durchsetzt.

1) ARTH. MEYER: Das ergastische Eiweiß und die vitülogenen Substanzen der Palisadenzellen von *Tropaeolum majus*.

Es zeigte sich also, daß mit dem Wasser eine eigenartig riechende und mit Aether ausschüttelbare Substanz überging, sonst, auch bei höherer Temperatur, keine auffallende Substanz. Ich machte deshalb weiter folgenden Versuch. 150 g des trockenen Blattpulvers wurde in einem großen SOXHLETschen Extraktionsapparate mit Aether völlig ausgezogen. Der ätherische Auszug, welcher durch die Chloroplastenfarbstoffe tief grün gefärbt war, wurde in einem Kolben schnell von der Hauptmenge des Aethers befreit. Durch Einleiten von Wasserdampf wurden die flüchtigen Bestandteile übergetrieben. Das wässerige Destillat roch stark und eigenartig und war gelblich getrübt. Es wurde mit wenig Aether ausgeschüttelt, und dieser nahm eine gelbliche Farbe und einen intensiven Geruch an, welcher sehr an frisch gefallenes und feucht gehaltenes Laub erinnerte. Die Farbe des Aetherauszuges verblaßte schnell am Licht, und der Geruch desselben verschwand völlig beim Abdampfen des Aethers. Als die ätherische Ausschüttelung im offnen Schälchen verdampft wurde, blieb eine gelbliche dicklibe schwach duftende Flüssigkeit zurück die nach einem Tag von Kristallnädelchen durchsetzt erschien.

Die Substanz schwärzte Osmiumsäure.

Das von mit Wasserdampf flüchtigen Bestandteilen befreite Extrakt wurde bei 100 Grad getrocknet und dann in einem Helmkölbchen erst auf 102, dann höher bis auf 200 Grad erhitzt. Es gingen nur ganz unbedeutende Mengen von Wasser und öliger Substanz über, die sich im Helm des kleinen Kölbchens niederschlugen.

Es hatte sich danach gezeigt, daß die bei 120 Grad flüchtigen Substanzen schon mit Wasserdampf übergehen.

Es kann also kein Zweifel sein, daß die ätherlösliche, flüchtige Substanz des Assimilationssekretes schon mit Wasserdämpfen übergeht. Über die mit Wasserdämpfen übergehenden Substanzen sind wir aber schon in vorzüglicher Weise durch REINKE und CURTIUS unterrichtet. REINKE (1881) und REINKE und KRÄTZSCHMAR (1883) zeigten, daß in den wässerigen Destillaten aller untersuchten Laubblätter der Angiospermen, Gymnospermen, Pteridophyten und Moose FLEMMINGs Lösung oder ammoniakalische Silbernitratlösung reduzierende Substanzen vorkommen. Diese fehlen den Pilzen, fehlen auch in dunkel erzogenen Keimlingen, aus welchen jedoch nach zehntägiger Beleuchtung ein reduzierendes Destillat gewonnen werden kann (1883, S. 70). Die reduzierenden Substanzen erwiesen sich dabei als so verbreitet, daß man annehmen konnte, „daß dieselben zu den unerläßlichen Stoffwechselprodukten der chlorophyll-

haltigen Gewebe gehören. (CURTIUS und REINKE 1897, S. 202.) CURTIUS und REINKE (1897) untersuchten die Frage weiter und CURTIUS stellte mittelst des m-Nitrobenzhydrazids

$$C_6H_4\begin{cases} CONH \cdot NH_2(1) \\ NO_2(3) \end{cases}$$

aus den Aldehyden der Blätterdestillate verschiedener Bäume ein Kondensationsprodukt her, dessen Bau er festzustellen suchte. CURTIUS und FRANZEN klärten dann 1912 die Konstitution „eines und zwar des überall sich findenden Blätteraldehyds" völlig, des

α, β-Hexylenaldehyds $CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH-C\begin{cases} O \\ H \end{cases}$. Dieser

ist nach CURTIUS (1912, S. 96) ein farbloses Öl, welches bei 47 bis 48 Grad, bei 17 mm Druck übergeht, sich aber selbst im Vakuum nicht ohne Zersetzung destillieren läßt und beim Verdampfen einer ätherischen Lösung sich teilweise mit verflüchtigt. Das Kondensationsprodukt, welches CURTIUS und FRANZEN aus 24 Arten von Angiospermenblättern und dem Adlerfarn erhielt, bestand fast nur aus *α, β*-Hexylenaldehyd (S. 97).

Es liegt nahe, in diesem Aldehyde einen Hauptbestandteil des Assimilationssekretes zu erblicken. Es stände damit in Übereinstimmung, daß sich die Tröpfchen des Assimilationssekretes in Aether und Alkohol lösen, daß sie flüchtig sind und ammoniakalische Silbernitratlösung reduzieren. Das allgemeine Vorkommen des Hexylenaldehyds in allen untersuchten Blättern korrespondiert mit dem allgemeinen Vorkommen des Assimilationssekretes in den Chloroplasten der Blätter und die physiologischen Erfahrungen sind mit unserer Anschauung in Einklang zu bringen.

Die Chloroplasten etiolierter Blätter enthalten kein Assimilationssekret, deshalb kann man auch aus etiolierten Keimlingen kein Aldehyd erhalten, während die Blätter in den ergrünten Chloroplasten sofort bei der Assimilation Sekrettropfen bilden und demnach auch ein reduzierendes Destillat geben.

Daß REINKE und BRAUMÜLLER (1899) keine regelmäßig geringere Ausbeute an Kondensationsprodukt beobachten konnten, als sie 2 bis 5 Tage verdunkelte Blätter mit unverdunkelten verglichen, daß sie bei *Robinia* fanden: nach 2 tägiger Verdunkelung, unverdunkelt 0,07, verdunkelt 0,034; nach 12 tägiger Verdunkelung, unverdunkelt 0,044, verdunkelt 0,034 usw. ist erklärlich, da die Menge des Sekretes der Blätter der verglichenen Individuen durch

monatelang verschiedene Assimilationstätigkeit der betreffenden Objekte so verschieden werden konnte, daß die kleine Zunahme an Sekret, welche die 5tägige Assimilation bewirkte, verdeckt werden konnte.

Auch die Erfahrung, welche REINKE und KRÄTZSCHMAR (1883, S. 72) *machten, erklärt sich von unserem Standpunkt aus* leicht. „Im Sommer 1881 erwiesen sich sämtliche untersuchten Arten von *Salix*, sowie *Vitis vinifera* sehr reich an flüchtigen reduzierenden Körpern, in einem zum vierten Teile mit dem Destillat gefüllten Probierzylinder ward auf Zusatz von etwas FEHLINGscher Lösung ein dicker Bodensatz von Kupferoxyd ausgeschieden. Als dagegen im Sommer 1882, wo fast ununterbrochen kühles regnerisches Wetter und bedeckter Himmel vorherrschte, große Quantitäten von Weiden- und Pappelblättern behufs Darstellung der Substanz im großen in Arbeit genommen wurden, zeigten die erhaltenen Destillate nur Spuren von Reduktionsvermögen gegen FEHLINGs Lösung, etwa in dem Grade wie diejenigen Blütenpflanzen, welche relativ am ärmsten an Substanz bei unserer *Untersuchung gefunden wurden.*“

Eine Zunahme der Menge des Kondensationsproduktes würde man, vorausgesetzt, daß die Fehlerquellen bei der Bestimmungsmethode nicht zu groß sind, und daß keine Reduktion oder Oxydation des Aldehydes während des Alterns der Blätter eintritt, wahrscheinlich stets erhalten, wenn man grüne Blätter eines Individuums, *die sich unter annähernd gleichen Assimilationsbedingungen* befanden, im Frühjahr, Sommer und Herbst untersuchte.

Wir haben gesehen, daß in 1 Kilogramm der dunkelgrünen Blätter von *Tropaeolum* die Menge des Assimilationssekretes etwas weniger als 0,5 g beträgt. Diese Zahl ist selbstverständlich von geringer Genauigkeit, aber doch soweit zuverlässig, um den Schluß zu erlauben, daß das Assimilationssekret wahrscheinlich nicht nur aus *α*, *β*-Hexylenaldehyd besteht. CURTIUS und FRANZEN erhielten aus 1 kg Blättern 0,0225 bis 0,35 g Kondensationsprodukt, im Mittel aus den mit 16 verschiedenen Pflanzen angestellten Versuchen 0,13 g. Das *Tropaeolum*blatt hatte viel kürzere Zeit assimiliert als die meisten der im Juli gesammelten Blätter der beiden Autoren, und wenn wir annehmen, daß 0,2 g Kondensationsprodukt aus *Tropaeolum* gewonnen werden könnte, so überschreiten wir wohl schon das tatsächlich vorkommende. 0,2 g Kondensationsprodukt entspricht aber 0,075 g des Aldehyds und diesen ständen dann mindestens 0,3—0,4 g Assimilationssekret gegenüber.

Wir haben also anzunehmen, daß an der Zusammensetzung des Assimilationssekretes noch andere Substanzen teil nehmen, die schwer löslich in Wasser und wenigstens teilweise spezifisch leichter als Wasser sind. Wir dürfen wohl zuerst vermuten, daß einige der Körper, welche CURTIUS und FRANZEN (1914, S. 130) weiter durch Destillation der Blätter mit Wasser erhielten, ebenfalls aus dem Assimilationssekrete stammen, so vorzüglich Hexylensäure und ihre Homologen, die höheren Homologen des α, β-Hexylenaldehyds und der Hexylenalkohol. Es ist ja zu vermuten, daß in den Chloroplasten am Tage Reduktionsprozesse, in der Nacht Oxydationsprozesse stattfinden, die auch den Aldehyd ergreifen können.

Bei der Suche nach den Bestandteilen des Assimilationssekretes unter den aus den Blättern makrochemisch hergestellten Stoffen, haben wir neben den mikrochemischen Eigenschaften der betreffenden Körper, namentlich das ganz allgemeine Auftreten eines Stoffes in den Blättern zu berücksichtigen. Vorzüglich in jungen Blättern können wir eine gleichmäßige qualitative Zusammensetzung des Sekretes erwarten. Wir wissen aber noch nicht, ob die Blätter bei der Transpiration Sekretbestandteile mit dem Wasserdampf abgeben, und wir wissen nicht, ob alle Bestandteile des Sekretes gleichmäßig entweichen und ob vielleicht auch Bestandteile des Sekretes veratmet werden, so daß mit dem Alter eine größere Veränderung des Sekretes eintreten könnte.

CURTIUS und FRANZEN zeigen, daß in dem Destillate der Hainbuchenblätter folgende Körper vorkommen: Ameisen-, Essig-, Hexylensäure und ein oder mehrere Homologen dieser Hexylensäure; Acet-, n-Butyl-, Valer-, β-Hexylen-Aldehyd und mehrere höhere Homologe dieses Aldehydes; Butenol, Pentenol, Hexenol, ein Alkohol $C_8H_{14}O$, ein oder mehrere höhere Alkohole. Sie betonen, daß unter den Aldehyden das Hexylenaldehyd in weitaus überwiegender Menge auftritt, und auch die übrigen Körper scheinen nur in relativ sehr geringen Mengen gewonnen zu sein.

CURTIUS und FRANZEN (1916, S. 3) wiesen dieselben Körper auch in den Blättern der Edelkastanie und Eiche nach und sagen: „Es hat also den Anschein, als ob die neben den Blätteraldehyd aufgefundenen flüchtigen Substanzen ebenfalls allgemein verbreitet in den grünen Pflanzen vorkommen."

Ich habe zu zeigen versucht, daß der α, β-Hexylenaldehyd und seine Verwandten wahrscheinlich aus dem Assimilationssekret stammen. Ob noch andere Körper an der Zusammensetzung des

Sekretes beteiligt sind und welche Körper es eventuell sind, müssen weitere mikro-makrochemische Untersuchungen, wie ich die planmäßig Hand in Hand gehenden mikrochemischen und mikrophysikalischen und makrochemischen Untersuchungen nennen möchte, entscheiden.

Literaturverzeichnis.

Über aldehydartige Substanzen in chlorophyllhaltigen Pflanzenteilen; REINKE, Berichte der deutsch. chemisch. Gesellsch. 14, 1881, S. 2145.

REINKE und KRÄTSCHMAR, Studien über das Protoplasma; 2. Folge, 4. Heft, S. 59, 1883. Untersuchungen aus dem Botanischen Laboratorium der Universität Göttingen, 1879.

CURTIUS und REINKE, Die flüchtige reduzierende Substanz der grünen Pflanzenteile; Berichte der deutsch. Botanisch. Gesellsch., Bd. 15, 1897, S. 201.

REINKE und BRAUMÜLLER, Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf den Gehalt grüner Blätter an Aldehyd; Berichte der deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. 17, 1899, S. 7.

CURTIUS und FRANZEN, Über die chemischen Bestandteile grüner Pflanzen; LIEBIGs Annalen der Chemie, Bd. 390, 1912, S. 89.

CURTIUS und FRANZEN, Über die chemischen Bestandteile grüner Pflanzen, 2. Mitteilung; LIEBIGs Annalen, Bd. 404, 1914, S. 93.

CURTIUS und FRANZEN, Über einige nicht flüchtige, in Wasser lösliche Bestandteile der Edelkastanienblätter; Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wissensch. 1916.

69. Bruno Schröder: Phytoplankton aus dem Schlawasee.

(Mit 2 Textabbildungen und Tafel XII.)

(Eingegangen am 23. November 1917.)

Während in Schlesien unter den stehenden Gewässern die Zahl der Teiche beinahe auf 7000 geschätzt wird, ist die der eigentlichen Seen nur gering und erreicht kaum 10. Unter ihnen ist aber der Schlawasee, der von CLEM. STENZEL[1]) sogar als „das Schlesische Meer“ bezeichnet wird, mit 1185 ha das größte Wasserbecken der Provinz[2]). Er liegt 21 km nördlich von Glogau im östlichen Teile des Kreises Freystadt unweit der posener Grenze in 57 m Meereshöhe und gehört zu den Moränenseen des norddeutschen Flachlandes, von denen er einer der südlichsten ist. In der Länge von 11 km zieht er sich in stromartiger Breite von Südosten nach Nordwesten hin. Seine Tiefe wird mit 11 m angegeben, sie soll aber nach Aussage der dortigen Fischer an einigen Stellen bis 18 m hinabgehen.

Die Flora der Gefäßpflanzen, der Moose und der Flechten des Schlawasees und seiner Umgebung ist bereits früher von LIMPRICHT[3]) ausführlich geschildert worden. Zu den 7 von ihm angeführten *Potamogeton*-Arten, die sowohl die untergetauchten Ufer des Sees, als auch teilweise den Seegrund bewohnen, wurde noch nachträglich *Potamogeton nitens* Weber, das sonst in Schlesien nirgends anzutreffen ist, von Herrn THEODOR HELLWIG in Grünberg entdeckt. In seiner Gesellschaft kam ich 1890 auf einer Pfingstwanderung, die besonders den Characeen[4]) galt, an dieses damals vom Verkehr noch gänzlich abseits gelegene Gewässer.

1) STENZEL, CLEM., Das Schlesische Meer, in: Schlesische Zeitung, Nr. 690, vom 3. Oktober, Breslau 1890; siehe auch KRAUSE, G., Zeitschrift Schlesien, Band 4, S. 275, Breslau 1911.

2) PARTSCH, J., Schlesien, I. Teil, S. 136, 312 u. II. Teil S. 634, 639 u. 650. Breslau 1896 u. 1911.

3) LIMPRICHT, K. G., Eine botanische Reise an den Schlawasee und seine Umgebung, in: 48. Jahresber. d. Schles. Gesellsch. f. vaterl. Kultur von 1870, S. 106—118, Breslau 1871.

4) SCHRÖDER, BR., Vorläufige Mitteilung neuer schlesischer Algenfunde, ebendas. 70. Jahresbericht von 1892, S. 67—75, Breslau 1893.

Über das Plankton des Schlawasees war bis jetzt noch nichts bekannt[1]). Um so dankenswerter ist es, daß der Geschäftsführer des Schlesischen Fischereivereins, Herr Dr. G. MEHRING in Breslau, die Freundlichkeit hatte, am 19. August 1917 in der Nähe des Städtchens Schlawa am Südostende des Sees, ungefähr 1 km nordwärts davon, von einem Motorboote aus auf meinen Wunsch einige Planktonproben mit einem APSTEINschen Netze zu entnehmen und in Formol zu konservieren.

Diese Proben erwiesen sich als überaus reichhaltig und interessant, denn sie enthielten 83 Planktonformen, von denen viele für Schlesien und einige überhaupt neu sind. Schon den Anblick des Inhalts der Sammelgläschen mit bloßem Auge zeigte, daß die Proben, die ein graugrünes, sägemehlähnliches Aussehen hatten, fast ausschließlich Phytoplankton enthielten, gegen welches das Zooplankton ungemein zurücktrat. Die große Artenzahl von Algenformen darin erklärt sich namentlich aus der Beschaffenheit des Westufers dieses Sees, das bei dem Dorfe Rädchen und am Krampiner Vorwerk, besonders aber an der den See immer mehr vorlandenden Halbinsel „Klude" bei Laubegast allerhand Buchten aufweist, die von einer üppigen Hydrocharitenvegetation erfüllt sind. Nach LIMPRICHT finden sich dort wahre Wälder von *Typha, Phragmitis* und *Scirpus*, zwischen denen *Nymphaea, Nuphar, Lemna*-Arten, *Riccia, Hottonia, Menyanthes, Hydrocharis, Stratiotes, Ceratophyllum, Myriophyllum, Potamogeton* und *Chara hispida* in Unzahl aus dem tonig-schlammigen Grunde wachsen. Zwischen diesem Pflanzengewirr findet eine reichhaltige Algenwelt günstige Vegetationsbedingungen. Außer den Abflüssen der Torflöcher von

1) Auch über die Uferformen aus dem Schlawasee sind in der KIRCHNERschen Algenflora von Schlesien keine Angaben vorhanden. TH. HELLWIG sammelte im Sommer 1883 dort Algenmaterial an Wasserpflanzen und Schlammproben, die er zugleich mit Pilzen an den Mykologen Prof. J. SCHRÖTER in Breslau zur Bestimmung übersandte. SCHRÖTER, der sich auch eine umfassende Algenkenntnis angeeignet hatte, fand darin folgende Formen, deren Namen er HELLWIG mitteilte, welcher mir dieses Verzeichnis überließ. Es sind dies: *Bulbochaete minor* A. Br., *Chaetophora pisiformis* Ag., *Pediastrum Boryanum* Menegh., *P. Ehrenbergi* A. Br., *Cosmarium Meneghini* Bréb., *C. margaritiferum* Menegh., *Euastrum gemmatum* Bréb., *Pinnularia viridis* Sm., *Navicula cuspidata* Kütz., *N. rhynchocephala* Kütz., *N. elliptica* Kütz., *N. Amphisbaena* Bory, *Cymbella maculata* Kütz., *Encyonema caespitosum* Kütz., *Amphora ovalis* Kütz., *Cocconeis communis* Heib., *Gomphonema constrictum* Ehrb., *G. olivaceum* Ehrb., *Rhoicosphenia curvata* Grun., *Fragilaria virescens* Ralfs, *Tabellaria fenestrata* Kütz., *Epithemia turgida* Kütz., *E. Sorex* Kütz., *E. gibba* Kütz., *Melosira varians* Ag., *Cyclotella operculata* Kütz., *Mastigonema aerugineum* Kirchn., *Nostoc commune* Vauch., *Merismopedia glauca* Näg. u. *Clathrocystis aeruginosa* Henfr.

Rädchen führt auch die in den See mündende Scharnitz manche Algenformen ihm zu. Durch Wind und Strömungen werden sie mehr und mehr in den See hineingetrieben, und so finden wir sein Phytoplankton nicht nur aus rein limnetischen, sondern auch aus heloplanktonischen und potamophilen Formen zusammengesetzt, die den Protococcaceen, Palmellaceen und Hydrodictyaceen angehören. Deshalb ist der Schlawasee mit seinen vielen Algenarten, die zum Teil in einer großen Menge von Individuen auftreten, ein sehr produktives und nahrungsreiches Gewässer, im Gegensatz zu den vegetationsarmen, tiefgründigen subalpinen und alpinen Seen, die im allgemeinen umso planktonärmer sind, je höher sie in unfruchtbarem Urgestein liegen und je geringer der Gehalt an Nährsalzen ihrer Zuflüsse ist, wie ich schon früher am Kochel- und Walchensee[1]) und an Seen der Hoben Tatra nachgewiesen habe[2]).

An der Oberfläche der Flüssigkeitsäulen in den Sammelgläschen hatte sich nach einigem Stehen eine „Wasserblüte" abgesetzt, die bläulichgrün gefärbt war. Sie bestand besonders aus *Ceratium hirundinella* und *Aphanizomenon Flos-aquae*, der noch *Anabaena Flos aquae*, *A. circinalis*, *A spiroides*, *A. macrospora*, *Polycystis Flos-aquae*, *P. marginata* und *Clathrocystis aeruginosa* beigemengt waren. Derartige Wasserblüten, die sich aus mehreren Algenarten zusammensetzen, sind auch in mehreren Seen Südposens von E. LINDEMANN[3]) beobachtet worden und kommen wohl auch noch anderwärts vor. Man kann sie als polymikte Wasserblüten bezeichnen und ihnen als monotone diejenigen gegenüberstellen, die nur durch eine einzige Art von Organismen hervorgerufen werden, wie z. B. die der sog. Schweizer Blutseen durch *Oscillatoria rubescens*.

Im allgemeinen hatte das Phytoplankton des Schlawasees nach den untersuchten Proben einen überwiegend fädigen Charakter. Jedenfalls waren die fadenförmigen Algen und nnter ihnen viele feinfädige weit mehr vorhanden als die einzelligen Formen. Zu ersteren gehörten außer dem am häufigsten vorkommenden *Aphanizomenon* und den vier *Anabaena*-Arten, noch verschiedene *Melosiren*, ferner *Lyngbya limnetica*, *Gonatozygon*, *Mougeotia*, *Tribonema* und

---

1) In diesem Bande S. 543.

2) SCHRÖDER, BR., Neue Beiträge zur Kenntnis der Algen des Riesengebirges, in: Forschungsber. a. d. Biol. Station zu Plön, Teil VI, S. 12, Stuttgart 1898.

3) LINDEMANN, E., Beiträge zur Kenntuis des Seenplanktons der Provinz Posen (Südwestposener Seengruppe), in: Zeitschr. d. naturwissenschaftl. Abt. der Deutschen Gesellsch. f. Kunst u. Wissensch. in Posen 1916 S. 5. 14 u. 17.

Planctonema. Von einzelligen Arten kamen nur *Ceratium hirundinella* sehr häufig und *Synedra delicatissima* häufig vor; alle anderen nicht fadenförmigen Algen waren nur vereinzelt oder sehr selten. Trotz der großen Formenmannigfaltigkeit fehlten einige sonst häufige Planktonformen, z. B. *Diatoma elongatum, Melosira Binderiana, Volvox, Synura, Uroglena, Kirchneriella, Tetraspora lacustris, Richteriella, Chodatella* u. a.

Nachfolgendes Verzeichnis gibt eine Übersicht über die gefundenen Schwebepflanzen.

(sh = sehr häufig, h = häufig, ns = nicht selten, s = selten und ss = sehr selten).

	I. Schizomycetae.	
1.	*Cladothrix dichotoma* Cohn	ns
	II. Schizophyceae.	
2.	*Chroococcus limneticus* Lemm.	ns
3.	*Merismopedia elegans* A. Br.	ss
4.	*Gomphosphaeria lacustris* Chodat	ns
5.	*Coelosphaerium Kützingianum* Näg.	ns
6.	*C. reticulatum* Lemm.	s
7.	*C. dubium* Grun.	ns
8.	*Polycystis marginalis Richt.*	h
9.	*P. flos-aquae* Wittr	h
10.	*Clathrocystis aeruginosa* Henfr.	ns
11.	*Aphanothece microscopica* Näg.	ss
	———	
12.	*Lyngbya limnetica* Lemm.	h
13.	*Anabaena Flos-aquae* var. *gracilis* Klebahn	h
14.	*A. circinalis* Rabenh.	h
15.	*A. spiroides* Klebahn	sh
16.	*A. spiroides* var. *contracta* Klebahn	ns
17.	*A. macrospora* var. *gracilis* Lemm.	h
18.	*Aphanizomenon Flos-aquae var. gracile* Lemm.	sh
	III. Bacillariaceae.	
19.	*Melosira granulata* Ralfs	h
20.	*M. granulata* var. *angustissima* Müll.	ns
21.	*M. crenulata* var. *ambigua* Grun.	h
22.	*Cyclotella operculata* Kütz.	s
23.	*Stephanodiscus Astraea* (Ehrbg.) Kütz.	s
24.	*Coscinodiscus lacustris* Lemm	ss
25.	*Rhizosolenia longiseta* Zach.	ss
26.	*Attheya Zachariasi* Brun	ns
27.	*Fragilaria crotonensis* Kitton	ns
28.	*Synedra delicatissima* W. Sm.	h
29.	*S. actinastroides* Lemm.	ns
30.	*Asterionella gracillima* (Hantzsch) Heib.	ns
31.	*Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* Grun.	ns
	IV. Conjugatae.	
32.	*Gonatozygon monotaenium* De By.	ss
33.	*G. Brebissoni* var. *intermedium* nov. var.	ns
34.	*Closterium acutum* var. *linea* Perty	ss
35.	*Cosmarium Phaseolus* Bréb.	ss
36.	*C. sublobatum* Archer	ss
37.	*Staurastrum cuspidatum* Bréb.	ss
38.	*S. paradoxum* Meyen	s
39.	*S. paradoxum* var. *longipes* Nordst	ns
	———	
40.	*Mougeotia gracillima* Lemm.	s
	V. Chlorophyceae	
41.	*Trachelomonas volvocinea* Ehrbg.	s
42.	*Euglena oxyuris* Schmarda	ss
43.	*Pandorina Morum* Bory	ns
44.	*Eudorina elegans* Ehrbg.	s
45.	*Sphaerocystis Schröteri* Chodat	ns
46.	*Botryococcus Brauni* Kütz.	ns
47.	*Dictyosphaerium pulchellum* Wood	s
48.	*Dimorphococcus lunatus* A. Br.	ss
49.	*Oocystis Nägeli* A. Br.	ns
50.	*Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs	s
51.	*A. longissimus* Schröder	ss
52.	*Scenedesmus bijugatus* (Turp.) Kütz.	ss
53.	*S. acuminatus* (Lagerh.) Chodat	ss
54.	*S. quadricauda* (Turp.) Bréb.	ns

55.	*Lauterborniella elegantissima*	ss	69.	*Tribonema depauperata* Wille	ns
	Schmidle		70.	*Planctonema Lauterbornei*	ns
56.	*Tetraedron limneticum* Borge	ns		Schmidle	
57.	*T. limneticum* var. *simplex*	s			
	nov. var.			VI. Phaeophyceae.	
58.	*Actinastrum Hantzschi* var.	ss	71.	*Mallomonas caudata* Iwanoff	ss
	fluviatile Schröder		72.	*Dinobryon sociale* Ehrbg.	ss
59.	*Pediastrum triangulum* (Ehrbg.)	ns	73.	*D. stipitatum* Stein	s
	A. Br. var. *latum* Nitardy		74.	*Ceratium hirundinella*	sh
60.	*P. pertusum* Kütz.	ns		O. F. Müller	
61.	*P. pertusum* var. *microporum*	ss	75.	*Gonyaulax Levanderi* Paulsen	ns
	A. Br.		76.	*Peridinium Cunnigtoni* var.	ns
62.	*P. pertusum* var. *clathratum*	ns		*pseudoquadridens* E. Lindem.	
	A. Br.		77.	*P. Elpatiewskyi* (Ostenf.) Lemm.	s
63.	*P. Boryanum* (Turp.) Menegh.	ns	78.	*P. Penardi* Lemm.	s
64.	*P. incisum* Hassal	s	79.	*P. polonicum* Wołosk.	ns
65.	*P. incisum* var. *rota* Nitardy	s	80.	*P. Willei* Huitf.-Kaas	ns
66.	*Crucigenia Lauterbornei*	ss	81.	*P. Willei* var. *geniculatum*	s
	Schmidle			E Lindem.	
67.	*Coelastrum microporum* Näg.	s	82.	*P. cinctum* Ehrbg.	ns
68.	*C. cambricum* var. *intermedium*	s	83.	*Diplopsalis acuta* (Apst) Entz	ns
	Bohlin				

Die im Plankton des Schlawasees vom 19. 8. 1917 am häufigsten vorkommende Alge ist *Ceratium hirundinella*. Sie tritt hauptsächlich in 3 hörnigen Formen auf, denn nur ganz vereinzelt findet man solche Formen, die ein rudimentäres 4. Horn haben. Normale vierhörnige Zellen fehlten ganz. Beifolgende Textabbildung 1 gibt die 15 wesentlichen Formen aus dem See bei 300facher Vergrößerung und gleicher Körperlage (Dorsalansicht) wieder.

Hinsichtlich der Breite kann man unter diesen Typen ziemlich deutlich zwei verschiedene Gruppen wahrnehmen, nämlich eine breitere (Fig. 1—5) und eine schmalere (Fig. 6—15). Die Formen der letzteren waren am weitaus häufigsten. Bei einigen von ihnen ist das linke (bei 4hörnigen Formen mittlere) Antapikalhorn so stark verlängert, daß es beinahe die Länge des Apikalhornes erreicht (Fig. 9). Ähnliche Formen bildet WESENBERG-LUND[1]) Taf. 9/10, Fig. 30, 37 u. 53 aus dänischen Seen ab, ebenso SELIGO[2]) aus dem Müskendorfersee, S. 49, Fig. 178 und WOŁOSZYŃSKA[3]) von Java, S. 647, Fig. 20 C. Genaue Zahlenangaben über die Breite von *Ceratium hirundinella* findet man zuerst ausführlicher

1) WESENBERG-LUND, C., Plankton-Investigations of the Danish Lakes I. Teil. Kopenhagen 1908.

2) SELIGO, A., Tiere und Pflanzen des Seenplanktons, in: Mikrologische Bibliothek III. Stuttgart (ohne Jahreszahl).

3) WOŁOSZYŃSKA, J., Das Phytoplankton einiger javanischer Seen mit Berücksichtigung des Sawa-Planktons, in: Bull. de l'académie d. sciens. d. Cracovie, Classe d. sciens. mathém. et natur. Série B. Krakau 1912.

bei WESENBERG-LUND l. c., während LEMMERMANN[1]) ganz allgemein nur sagt (S. 643): „Die Breite wechselt ebenfalls bedeutend. Er macht aber ebenso wie BACHMANN[2]) keinerlei Maßangaben. JÖRGENSEN[3]) gibt für die Breite 70—80 μ an. WOŁOSZIŃSKA[4]) bemerkt über die Breite der Formen aus dem Teiche Janów in Galizien, daß sie 45—85 μ, meist jedoch 50—70 μ breit sind. Wie untenstehende Tabelle I ergibt, sind die Formen aus dem Schlawasee

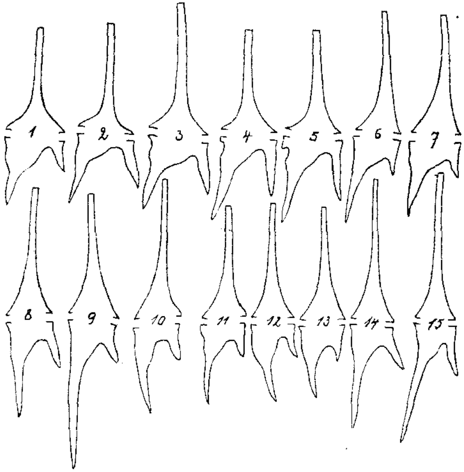


Abb. 1.

von geringerer Breite und fallen deshalb durch besondere Schlankheit auf. In meiner früheren Tabelle III auf Seite 260 dieses Bandes habe ich Breitenmaße von *Ceratium hirundinella* aus 3 verschiedenen

1) LEMMERMANN, E., Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Algen I, III. Band, Leipzig 1910.

2) BACHMANN, H., Das Phytoplankton des Süßwassers. Jena 1911.

3) JÖRGENSEN, E., Die Ceratien. Eine kurze Monographie der Gattung *Ceratium* Schrank. Leipzig 1911.

4) WOŁOSZYŃSKA, J., Über die Variabilität des Phytoplanktons der polnischen Teiche I, in: Bull. d. l'Akad. d. Scienc. d. Cracovie, Classe d. sciens. mathém. et natur. Série B. Krakau 1911.

Seen Mitteleuropas gegeben, die sämtlich größer sind als aus dem schlesischen See. Die Variationsamplitude der Breite geht nach alledem, soweit mir bis jetzt bekannt, bei *C. hirundinella* von 28—85 μ.

Tabelle I.

Breitenmaße von 100 Exemplaren aus dem Schlawasee.

Breite der Zellen in μ	28	30	32	35	36	39	42	45
Zahl der betreffenden Individuen . . .	34	12	18	8	2	8	12	6

Tabelle II.

Längenmaße von 100 Exemplaren aus dem Schlawasee.

Länge der Zelle in μ . .	107	112	119	122	124	126	132	133	137	140	147	154	161	174
Zahl der betreffenden Individuen	2	4	16	2	10	8	2	20	16	10	2	2	4	2

Sucht man die aus dem Schlawasee in meiner Textfigur angegebenen *Ceratium*-Formen in die Typen BACHMANNs unterzubringen, so gelingt dies nur zum Teil: Fig. 1—3 entspricht dem Carinthiacumtypus, Fig. 4 u. 5 dem Austriacumtypus[1]) und Fig. 11—13 dem Brachycerostypus. Dieser letztere ist jedoch nicht mit dem *Ceratium brachyceros* Daday identisch, denn dieses ist, wie auch WOŁOSZYŃSKA[2]) feststellte, eine selbständige Art von *Ceratium*, die gleichwertig neben *C. hirundinella*, *C. cornutum* und *C. carolineanum* steht und ganz andere Dimensionen als der Brachycerostypus BACHMANNs aufweist, für den ich deshalb die Bezeichnung Brachyceroidestypus vorschlage. Der Gracile-, Robustum-Scotticum- und Piburgensetypus fehlen als vierhörnige Formen, wie schon hervorgehoben. Dagegen stellen meine Figuren 6—9 und 14—15 zwei neue dreihörnige Formentypen dar, die sich im wesentlichen durch geringe Breite ihrer Zellen auszeichnen und daher verhältnismäßig schlanke Formen sind. Fig. 6—9 erinnert an schmale Formen des marinen *C. furca* (Ehrbg.) Duj. und soll deshalb als Furcoidestypus benannt werden. Er sei folgendermaßen charakterisiert: Zellkörper schmal, 90—120 μ lang; Hinter-

1) Auf Seite 548 dieses Bandes ist aus Versehen der *Austriacum*typus mit dem *Gracile*typus verwechselt worden, Fig. 3—6 ist der erstere, Fig. 8—12 ist der letztere.

2) WOŁOSZYŃSKA, J., Über die Süßwasserarten der Gattung *Ceratium* Schrank, in: Odbitka zczasopisma Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika Kosmos XXXVIII. Lemberg 1913, pag. 1275.

körper fast ebenso lang oder länger als der Vorderkörper, 2hörnig Mittelhorn ziemlich geradeaus in der Richtung der Längsachse gestellt, rechtes Hinterhorn mit demselben parallel oder etwas nach außen gerichtet. Fig. 14 und 15 mag als Silesiacumtypus bezeichnet werden. Hier ist der Zellkörper schlank, sehr schmal, nur 28—30 μ breit und bis 120 μ lang, der Hinterkörper $^3/_5$mal so lang als der Vorderkörper, 2hörnig. Beide Hinterhörner sind nach außen gespreizt. Fig. 10 halte ich für eine Übergangsform vom Furcoides- zum Brachyceroidestypus.

Mit der Feststellung dieser 9 Formentypen dürfte ein gangbarer Weg angebahnt sein, sich in dem Chaos der Erscheinungsformen von *Ceratium hirundinella* zurecht zu finden. Sie verfolgt, wie schon BACHMANN l. c. S. 75 hervorhebt, „den ausschließlich

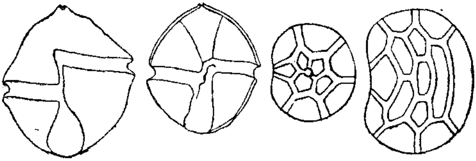


Abb. 2.

praktischen Zweck, bei ferneren Untersuchungen eine genaue Definierung und Einteilung der betreffenden *Ceratium*-Gestalten zu ermöglichen".

Die anderen Peridiniaceen aus dem Schlawasee hatte Herr Oberlehrer Dr. E. LINDEMANN in Lissa (Posen), der sich sehr eingehend mit der Gattung *Peridinium* beschäftigt hat, die Güte, zu bestimmen und beifolgende Textfigur 2 zu zeichnen. Nach ihm sind davon in meinen Proben noch 9 Arten und Varietäten enthalten. Von *Gonyaulax Levanderi* fand er eine neue Varietät, deren Apikalplatten vom Typus etwas abweichend angeordnet sind. Sie soll später genauer beschrieben werden. Abb. 1 der Textfigur 2 zeigt eine Zelle in der Ventralansicht (Länge der Zelle 52 μ). Zu *Peridinium Cunningtoni* var. *pseudoquadridens* bemerkt er, daß er diese Varietät deswegen so genannt hat, weil sie dem *Peridinium quadridens* Stein täuschend ähnlich sieht und wahrscheinlich oft

mit ihm verwechselt worden ist[1]). Abb. 3 stellt die Anordnung der Tafeln auf der Apikalseite dar. Über *P. Elpatiewskyi* teilt er mit, daß diese Art sehr selten vorkam und die Zeichnung bei LEMMERMANN l. c. S. 633, Fig. 22, genau damit übereinstimmt. aber die Gesamtansicht eckiger ist, als l. c. Fig. 20. Von *P. Penardi* beobachtete Herr LINDEMANN einen *Glenodinium*zustand, und *P. polonicum* hält er für identisch mit *Glenodinium gymnodinium* Penard, aber ihr Panzer ist schön getüpfelt und aräoliert, was allerdings schwer zu sehen ist (Abb. 2). Außerdem stellte er in den übersandten Proben noch *P. Willei* und dessen var. *geniculatum* fest, die er deswegen so bezeichnet hat, weil die ventralen Apikalplatten knieförmig gegen einander gebogen sind (Abb. 4). Endlich waren auch das typische *P. cinctum* und *Diplopsalis acuta* häufig vorkommend.

Die Hauptmasse der Bacillariaceen bildeten verschiedene Arten der Gattung *Melosira*, besonders *M. granulata* in der typischen Form (Van Heurck, Synopsis Tab. 87, Fig. 10—12). Dann kamen auch sehr schmale, kurze, gebogene Ketten von *M. granulata* var. *augustissima*[2]) mit je einem feinen Endstachel vor, die auch WOLOSZYŃSKA aus Java l. c. Tab. 1, Fig. 1 abbildet. Sie waren nur 2 μ breit. Ferner fanden sich noch *M. crenulata* var. *ambigua* (Van Heurck, Syn. Tab. 88, Fig. 12—15). Nächst *Melosira* war *Synedra delicatissima* am häufigsten. Recht verbreitet war *Attheya Zachariasi* meist in schmaleren Formen (Breite 15—21 μ), sehr selten dagegen *Rhizosolenia longiseta*. (Breite 4 μ, Länge mit Stacheln 160 μ, ohne 60 μ). *Asterionella*, die nur ganz vereinzelt vorkam, zeigte sich noch am ehesten in 4strahligen Sternen, seltener 6 oder mehr strahlig. Bemerkenswert sind *Coscinodiscus lacustris* und *Stephanodiscus Astraea*, die für Schlesien neu sind.

Von Desmidiaceen traten nur 2 häufiger auf, so z. B. *Staurastrum paradoxum* in der typischen Form, mehr noch aber in der Varietät *longipes*, die 2seitig ist und viel längere, schlanke Seitenarme hat. Sie ist dadurch gut an das Schwebeleben angepaßt. Auch *Gonatozygon Brébissoni* war häufig in kurzen Ketten oder einzelnen Zellen vertreten. Sie scheint eine sehr „plasticide" Art zu sein im Gegensatz zu *G. monotaenium*, das wenig abändert.

---

1) LINDEMANN, E., Beiträge zur Kenntnis des Seenplanktons der Provinz Posen. (Südwestposener Seengruppe) II, in: Zeitschr. d. naturwissenschaftl. Abt. der Deutschen Gesellsch. f. Kunst und Wissensch. in Posen 1917.

2) MÜLLER, O., Bacillariaceen aus dem Nyassalande und einigen benachbarten Gebieten, in: ENGLERs Bot. Jahrbüchern, XXXIV. Band, 2. Heft, Leipzig 1904. S. 270.

Bei ersterer gibt es zwei Hauptformen, nämlich eine glatte (var. *laeve)* und mehrere mit rauher Membran. Nachfolgende Übersicht gibt die Längen- und Breitenmaße der meisten bisher bekannt gewordenen rauhen Formen an. Die genauere Quellenangabe läßt sich bei NORDSTEDT im Index[1]) nachsehen.

Übersicht über einige rauhe Formen von *Gonatozygon Brébissoni* De Bary.

Nr.	Namen der Formen, Autor und Quelle	Breite der Zellen in μ	Länge der Zelle in μ
1.	*G. Brébissoni* De Bary (Conjugaten 58) . .	5,3	—
2.	Dies. bei HANSGIRG (Algenfl. v. Böhmen 88/92)	6—8	97—140
3.	Dies. bei WIEDEMAN (Flora de Belgique 96)	5—7	—
4.	Dies. bei GUTWIŃSKI (Tatra 09)	8,8	176
5.	Dies. bei GUTWIŃSKI (Flory glonów galicyi 92)	6—7,2	96—119
6.	Dies. bei WEST (Monograph 04)	6,0—10,8	162—288
7.	*G. Brebissoni forma gracillimum* Turner (Ind. occid. 93)	9	140—180
8.	Dies bei *var. gallicum* Schröder (Hochgeb. d. Riesengeb. 95)	5,4	119
9.	Dies. bei ***var. intermedium* nov. var.** .	**4,2**	**83—116**
10.	Dies. bei *var. tatricum* Racib. (Nonn. Desm pol. 85)	7,5	95—100
11.	Dies. bei *var. vulgaris* Racib. (dto.) . . .	4,5—5,2	31—78
12.	Dies. bei *var. minutum* West (Monograph. 04)	4,2—7	47,5—67,5

Weitere Literatur darüber stand mir zurzeit nicht zur Verfügung. Die Formen aus dem Schlawasee stehen nach ihren Maßverhältnissen ungefähr zwischen der typischen Form Nr. 5 bei GUTWIŃSKI und der Form Nr. 12 bei WEST, weshalb ich sie als *var. intermedium* nov. var. bezeichne (meine Taf. XII, Fig. 1). Diese Formen sind im Verhältnis der Breite zur Länge sehr schmal, denn letztere ist fast 30mal so groß als erstere.

Eine der schönsten und seltensten Chlorophyceen im Plankton des Schlawasees ist unstreitig *Lauterborniella elegantissima* Schmidle[2]), die man bisher nur im Altrhein bei Roxheim in der Pfalz auffand. Die von mir gesehenen 2 Exemplare entsprachen in Gestalt und Größe ziemlich genau den Angaben von SCHMIDLE, nur zeigten sich die Zellen von oben gesehen etwas gedrungener

1) NORDSTEDT, O., Index Desmidiacearum. Lund u. Berlin 1896 u. 1908.

2) SCHMIDLE, W., Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen, in: Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch.. Band 18. S. 144, Tab. VI, Fig. 2 u. 3.

und kürzer. Sie erinnerten dadurch an eine Figur, die J. WOŁOSZYŃSKA[1]) von *Scenedesmus antennatus* var. *tetradesmiformis* gezeichnet hat (l. c. Fig. 9). — Von der formenreichen Gattung *Pediastrum* kamen mehrere vor. Diese Gattung hat neuerdings in NITARDY einen kritischen und gründlichen Bearbeiter gefunden, der die große Fülle von bereits beschriebenen Formen auf 9 Arten und einige Varietäten reduzierte[2]). Ihm verdanken wir auch Klarheit über die Formen von *P. triangulum* (Ehrbg.) A. Br., das sich im Schlawasee nicht selten fand und eine echte Planktonform sein dürfte. Hier kam zurzeit nur die *Var. latum* Nitardy vor (meine Tafel XII, Fig. 5—6), obgleich auch einige Formen Übergänge zur *Var. angustatum* Nitardy bilden (Fig. 3 u. 4). Letztere scheint übrigens seltener zu sein. Ich habe sie noch nirgends gefunden, und NITARDY gibt sie nur aus dem Grunewaldsee an. Die Art der Anordnung der Mittelzellen ist bei *P. triangulum* sehr unbeständig. Sie können in einem (Fig. 3) oder in 2 Kreisen (LEMMERMANN[3]) Tab. III, Fig. 6), oder spiralig (Fig. 4) oder gänzlich unregelmäßig (Fig. 5 u. 6) stehen. Bei den Randzellen können zweierlei Formen auftreten, solche mit schmalen neben solchen mit breiten Fortsätzen (Fig. 5). Mitunter gibt es Formen, bei denen die Fortsätze leicht konvex gewölbte Konturen haben (Fig. 4), was auch von WOŁOSZYŃSKA[4]) bei ihrer Fig. G auf S. 661 angegeben wird[4]). Ihre Fig. B auf derselben Seite dürfte ebenfalls ein Übergang der *var. latum* zur *var angustatum* sein.

Unter den fadenförmigen Chlorophyceen fand ich in den Proben aus dem Schlawasee neben *Tribonema depauperata* eine bis jetzt wenig bekannte Art, die ich für *Planctonema Lauterbornei* Schmidle[5]) halte, obgleich sie in einigen Punkten von ihr abzuweichen scheint. Diese Alge wurde zuerst von LAGERHEIM[6]) im

1) WOŁOSZIŃSKA, J., Beitrag zur Kenntnis der Algenflora Litauens, in: Bull. de l'acad. d. scienc. de Cracovie, Mathém. et natur., Série B, Scienc. natur. April-Juni 1917. Krakau 1917.

2) NITARDY, E., Zur Synonymie von *Pediastrum*, in: Beihefte z. Bot. Centralblatt, Band 32, II. Abteil., S. 177. Dresden 1914.

3) LEMMERMANN, E., Das Phytoplankton des Menam, in: Hedwigia Band XLVIII. Dresden 1906.

4) WOŁOSZIŃSKA, J., Das Phytoplankton einiger javanischer Seen, in: Bull. de l'acad. d. Scienc. de Cracovie, Mathém. et natur. Série B. Scienc nat. Juni 1912. Krakau 1912.

5) SCHMIDLE, W., Bemerkungen zu einigen Süßwasseralgen, in: Ber. d. Deutschen Bot. Gesellsch., Band XXI, S. 353, Tab. 18, Fig. 20, Berlin 1903.

6) LAGERHEIM, G., Beiträge zur Flora der Bären-Insel, Vegetabilisches Süßwasser-Plankton aus der Bären-Insel, in: Bihang t. K. Svensk. Vet.-Akad. Handlingar, Band 26, Afd. III, Nr. 11. Stockholm 1900.

Plankton des Ellasees auf der Bäreninsel gesehen und als *Hormospora subtilissima* beschrieben und abgebildet. Später zeichnete dann noch SELIGO eine ähnliche Alge, die er l. c. S. 57 zu *Lyngbya bipunctata* Lemm. stellt (Abb. S. 58, Fig. 230). Zum Vergleiche seien die LAGERHEIMsche und die SCHMIDLEsche Diagnosen einander gegenübergesetzt:

Hormospora subtilissima Lagerh. 1900.	*Planctonema Lauterbornei* Schmidle 1903.
1. Fäden meist verschieden gebogen, selten gerade.	1. Fäden unregelmäßig gebogen.
2. Zellhaut hyalin.	2. Zellhaut hyalin.
3. Zellen an den Enden abgerundet, aneinander gereiht oder von einander entfernt.	3. Zelle an den freien Enden abgerundet, meist zu zwei aneinanderliegend oder durch Abstände von einander getrennt.
4. Breite der Zellen 3 μ.	4. Breite der Zellen 3 – 4 μ.
5. Länge der Zellen 7—12 μ.	5. Längen der Zellen 6—12 μ.
6. Chromatophoren einzeln oder zu zwei, parietal.	6. Chromatophoren einzeln, axil.
7. Faden in eine hyaline Gallerthülle eingeschlossen.	7. Faden scheint von einer leichten, feinen Gallerthülle umgeben zu sein. (S. 355.)

Den einzigen Unterschied zwischen diesen beiden Algen bildet nach vorstehender Tabelle die Zahl und die Stellung des Chromatophors, was meines Erachtens aber nicht so schwerwiegend in Betracht kommen kann, um zwei Formen zu unterscheiden. Außerdem kann man sich bei so zarten nur 3 μ breiten Fäden sehr leicht über die Lage der Chromatophoren täuschen, und vor Zellteilungen ist ein einfaches Chromatophor nicht selten schon doppelt vorhanden. Deshalb dürften beide Formen wohl dieselbe Alge sein. Nun müßte der Priorität nach eigentlich der LAGERHEIMsche Name gelten, aber dem Genus *Hormospora* Näg., das synonym mit dem Genus *Geminella* Turpin ist, fehlt die Zellhautscheide, die *Planctonema* aufweist und daher ziehe ich die SCHMIDLEsche Bezeichnung vor. Daß die von SELIGO angeführte Alge, die in ihrem Aussehen und in ihren Maßen mit der obigen übereinstimmt, keine *Lyngbya* ist, ergibt sich schon aus ihrer hellgrünen Farbe von Chlorophyll, die SELIGO ausdrücklich hervorhebt. Die Zellhautscheide erinnert allerdings an jene Spaltalge, ebenso jene eigentümlichen lichtbrechenden Kügelchen an den Zellenden. LAGERHEIM vermutet, daß seine *Hormospora subtilissima* möglicherweise nur eine dünnere Form von *Ulothrix (Hormospora) limnetica* Lemmer-

mann[1]) ist, aber diesem fehlt auch die Zellhautscheide, wie ich mich an Originalexemplaren von LEMMERMANN aus dem Gardasee überzeugen konnte, die er mir früher übersandt hatte. Neuerdings hat WILLE[2]) *Planctonema* mit *Stichococcus* und *Hormospora* mit *Geminella* vereinigt, aber weder *Stichococcus* noch *Geminella* weisen eine Zellhautscheide auf, in die die Einzelzellen wie in eine Röhre eingeschlossen sind. Das Genus *Planctonema* dürfte mithin durch Vorhandensein einer solchen Zellhautscheide, wie sie unter den Schizophyceen z. B. auch bei *Lyngbya* u. a. auftritt, hinreichend gekenntzeichnet sein, um als selbständige Gattung weitergeführt zu werden. SCHMIDLE bringt seine *Planctonema Lauterbornei* bei den Heterokonten unter und zwar in Nähe von *Gloeotila* Borzi, obgleich er bei ihr keine Schwärmsporen gefunden hat. Sonst könnte man sie zu den Ulothrichales zwischen *Geminella* und *Binuclearia* stellen.

Über die Beschaffenheit der Chromotophoren muß ich es mir vorläufig versagen, etwas Bestimmtes mitzuteilen, da ich kein frisches Material, sondern nur in Formol konserviertes untersuchen konnte. Die Farbe des Chromatophors war hellgrün, wie die anderer Chlorophyceen. Die stark lichtbrechenden Kügelchen lagen stets an den Enden der Zelle. Ihre Natur ist unbekannt. In Zellen, die sich eben geteilt hatten und noch zusammenhingen, waren nur an den entgegengesetzten Enden solche Kügelchen zu bemerken, die übrigens auch in vielen Zellen garnicht zu erblicken waren. Meist war auch an den Zellenden ein chromatophorfreier, hyaliner Raum vorhanden, der wie eine Art Vakuole aussah, doch verdeckte andrerseits oft das Chromotophor das ganze Zellinnere. Die Gallerthülle war ohne weiteres nicht zu sehen. Ihr Nachweis konnte durch Färbung mit einer schwachen, wässerigen Gentianaviolettlösung erbracht werden. (Taf. XII, Fig. 7.)

Unter den Schizophyceen ist im Schlawasee als besondere Seltenheit *Coelosphaerium reticulatum* hervorzuheben, eine der zartesten Blaualgen, die bisher nur im Müggelsee gefunden wurde. Sie hat viel weitere Öffnungen und schmalere Maschen als *Clathrocystis aeruginosa*, deren Zellen auch größer sind. Noch im Unklaren bin ich über eine Schizophycee, die zu den heterocysten Arten gehört und *Aphanizomenon Flos-aquae* var. *gracile* Lemm. nahe steht oder vielleicht gar ein Hormogoniumstadium von dieser Alge ist. Sie bildet meist bogiggekrümmte, einzelne, kurze, scheidenlose

1) LEMMERMANN, E., Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen, in Botan. Centralblatt, Band LXXVI, S. 5/6. Cassel 1898.

2) WILLE, N., Conjugatae u. Chlorophyceae. Nachtrag in: ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfamilien, Lieferung 236 u. 237, S. 71 u. 72. Leipzig 1909.

Fäden von der Gestalt eines *Closteriums*, die aus 10—20 Zellen bestehen, von denen die mittleren am dicksten sind, während sie nach den Enden zu schmaler werden und jederseits in 2 farblose, dünne, 18—20 μ lange Endzellen ausgehen. (Meine Taf. XII, Fig. 9.) Derartige farblose Endzellen sind bei *Aphanizomenon* auch an gewöhnlichen vegetativen Fäden hin und wieder anzutreffen[1]), ohne daß die Fäden zugespitzt sind, doch kommen auch längere Fäden mit zugespitzten Enden vor, wie mir Herr Professor Dr. KOLKWITZ brieflich mitteilt, und wie ich in meinen Proben beobachten konnte, doch trat die Verjüngung bei längeren Fäden meist nur an einem Ende auf. Vielleicht sind derartige längere zugespitzte Fäden weitere Entwickelungszustände der Hormogonienfäden. Letztere hatten eine Länge von 80—120 μ. Die mittleren vegetativen Zellen sind annähernd zylindrisch, 2—4 μ und 2 bis 3mal so lang. Ihr Zellinhalt ist bläulichgrün und durch Pseudovakuolen zerklüftet. Die im Faden nach den Enden zu liegenden vegetativen Zellen haben die Gestalt von Kegelstumpfen, deren Verjüngung distal liegt. Die interkalaren Heterocysten habe eine Breite von 3—5 μ und einen helleren, homogenen Inhalt. Sie sind zylindrisch mit etwas abgerundeten Ecken. Von ihnen getrennt durch vegetative Zellen und zwischen solchen stehen die Dauerzellen, die ebenfalls zylindrisch und an den Ecken abgerundet, aber größer sind. Ihre Breite mißt 4—7 μ, und ihre Länge ist 4mal so groß. Der Zellinhalt ist etwas gekörnt und ebenfalls wie der der Heterocysten heller gefärbt als die vegetativen Zellen und frei von Pseudovakuolen. — Hormogonien sind meines Wissens bei *Aphanizomenon* noch nicht bekannt, aber von *Rivularia angulosa* bildet DE BARY derartige Vermehrungszustände ab[2]), die in Fig. 13 bereits Heterocysten oder Basilarzellen, wie sie DE BARY nennt, aufweisen. Daß Hormogonien auch Dauerzellen bilden sollten, wie in meiner Figur angegeben, ist doch sehr merkwürdig, aber sie waren in einer großen Anzahl von Fällen vorhanden, in anderen fehlten sie allerdings ebenso wie die Heterocysten. Vielleicht gelingt es mir später, über die weitere Entwickelung dieser Fäden noch Genaueres zu erfahren.

Auf einen sehr feinfädigen, von mir zunächst für eine apochlorotische Lyngbya gehaltenen Organismus hatte Herr Professor

---

1) LEMMERMANN, E., Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Algen I. Band III. Leipzig 1910, S. 198.

2) DE BARY, A., Beitrag zur Kenntnis der Nostocaceen, insbesondere der Rivularien, in: Flora 1863. Regensburg 1864.

KOLKWITZ die Güte, mich aufmerksam zu machen. Es ist dies in Wirklichkeit *Cladothrix dichotoma* Cohn. Wie LINDE[1]) nachgewiesen hat, ist dieser Schizomycet mit *Sphaerotilus natans* Kütz. identisch. Er ist eigentlich keine Planktonform, sondern er wurde unter anderem in der Uferregion im Genfer- und Vierwaldstädter See beobachtet. Im Schlawasee wird er vom Ufer durch den dort mitunter recht erheblichen Wellenschlag losgerissen worden und in den See hineingetrieben sein, wo er sich mit anderen feinfädigen Planktonalgen vermischt hin und wieder vorfindet. SELIGO scheint ihn auch schon im Deutsch-Kroner Schloßsee gefunden zu haben, denn er erwähnt l. c. S. 57 u. 58, „lange, großenteils leere Scheiden von 1 μ Breite, mit Fäden aus dicht aneinander schließenden Einzelzellen von 1—3 μ Länge." Diese Dimensionen würden für *Cladothrix* allerdings zu gering sein. KOLKWITZ[2]) zeichnet l. c S. 146, Fig. 1 eine derartige leere Scheide und eine solche halbleere bei einem *Sphaerotilus*büschel neben normalen Fäden und gibt aber die Dicke der Zellen mit 2 μ, ihre Länge jedoch mit 4—6 μ an, was auch mit meinen Messungen übereinstimmt.

Erklärung der Tafel XII.

Sämtliche Figuren sind nach Formolpräparaten mit einem ABBEschen Zeichenapparate bei eingeschobenem Tubus von mir gezeichnet.

Fig. 1. *Gonatozygon Brébissoni* De Bary var. intermedium nov. var. 760 : 1.

Fig. 2. *Tetraedron limneticum* Borge var. *simplex* nov. var. 760 : 1.

Fig. 3—6. *Pediastrum triangulum* (Ehrbg.) A. Br. var. *latum* Nitardy. 450 : 1 (Fig. 3 mit kreisförmig, 4 mit spiralig und Fig. 5 u. 6 mit unregelmäßig angeordneten Mittelzellen. Fig 5 zweierlei Zellformen der Ringzellen und die Öffnungen in der Zellwand für die ausgeschwärmten Sporen zeigend.)

Fig. 7. *Planctonema Lauterbornei* Schmidle mit Gallerthülle (Gentianaviolettfärbung). 760: 1.

Fig. 8. *Cladothrix dichotoma* Cohn. Unverzweigter Faden. 760 : 1.

Fig. 9. Hormogonie (?) von *Aphanizomenon flos-aquae* var. *gracile* Lemm. 1800 : 1.

---

1) LINDE, P., Zur Kenntnis von *Cladothrix dichotoma*, in: Centralbl. f. Bakteriol., II. Abt., Band 39. Cassel 1913.

2) KOLKWITZ, R., Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Pilze. Band 5. Schizomyceten. Leipzig 1909.

Sitzung vom 28. Dezember 1917.

Vorsitzender: Herr H. CONWENTZ.

Zum ordentlichen Mitgliede wird ernannt Herr
Gladbach, Wilhelm, in **Berlin-Wilmersdorf.**

Der Vorsitzende teilt das Ergebnis der Wahl des Präsidenten, seines Stellvertreters und des Ausschusses für das Jahr 1918 mit. Sämtliche von der Kommission vorgeschlagenen Herren sind gewählt worden.

Präsident: H. WINKLER-Hamburg.

Stellvertreter des Präsidenten: A. VOIGT-Hamburg.

Ausschußmitglieder: die Herren

F. TOBLER-Münster,
H. KNIEP-Würzburg,
M. RIKLI-Zürich,
R. V. WETTSTEIN-Wien,
P. KUCKUCK-Helgoland,
K. LINSBAUER-Graz,
H. SCHENCK-Darmstadt,
M. NORDHAUSEN-Marburg a. L.,
E. KÜSTER-Bonn,
H. GLÜCK-Heidelberg,
A. PASCHER-Prag,
A. URSPRUNG-Freiburg (Schweiz),
H. SOLEREDER-Erlangen,
C. STEINBRINCK-Lippstadt,
C. BRICK-Hamburg.

Mitteilungen.

70. F. von Höhnel: Über die Perithecien der Microthyriaceen und die Gattung Meliola Fries.

(Eingegangen am 16. Dezember 1917.)

In meinem Fragmente Nr. 478 (X. Mitt. 1910) habe ich angegeben, daß die Perithecien von *Asterina stellata* Speg. und *Clypeolella inversa* v. H. an der Unterseite der Hyphen des Subiculums befestigt sind und daher verkehrt sind. Die obere Hälfte der Peritbecien ist mit dem Blatte verwachsen und die freie Oberseite desselben ist die Basis derselben, daher hier von einem Ostiolum nicht gesprochen werden kann, da die Ostiolarseite der Perithecien mit der Cuticula verwachsen ist. In dem Perithecium sitzen aber die Schläuche auf der der Cuticula angewachsenen Ostiolarseite derselben und ragen nach oben, so daß sie in den Perithecien verkehrt liegen.

Seitdem hat sich herausgestellt, daß sich die Perithecien aller Microthyriaceen gleich verhalten.

Dieser Befund ist so in die Augen springend, daß er von den speciellen Mykologen allgemein angenommen wurde und seither die Perithecien der Microthyriaceen als verkehrte oder inverse beschrieben werden.

Seither habe ich gefunden, daß genau die gleichen Beobachtungen mit denselben Schlußfolgerungen schon 1893 von GAILLARD (Bull. soc. myc. France, IX. Bd. p. 95) und 1900 von RACIBORSKI (Paras. Algen und Pilze Javas, Batavia, III. Teil, p. 43) gemacht wurden.

GAILLARD fand, daß zwischen den Perithecien einer *Meliola* und einer *Asterina* ein wesentlicher Unterschied besteht. Die ersteren sind aufrecht und entwickeln sich auf der Oberseite der Hyphen, die letzteren entstehen unterseits und sind daher hängend. Der organische Scheitel der *Meliola*-Perithecien ist oben, und bei *Asterina* unten, wo er dicht am Blatte anliegt. Die Öffnung der *Asterina*-Perithecien geschieht daher auf der nach oben gekehrten Basis derselben.

Während GAILLARD den Gegenstand ausführlich erörtert und mit einigen guten Bildern erläutert, hat RACIBORSKI denselben nur mit einigen Worten berührt, die aber nicht mißzuverstehen sind. Er sagt, daß bei *Asterina* die Perithecien seitlich an den Hyphen angelegt werden und sich kegelig verbreiternd gegen die Blattfläche hin wachsen. Die flache Perithecienwand gegen die Blattfläche wird nicht oder sehr mangelhaft angelegt, die kegelige Spitze des Peritheciums ist zugleich dessen ältester, basaler Teil.

Diese Befunde von GAILLARD, RACIBORSKI und mir wurden seither durch viele Untersuchungen spezieller Mykologen bestätigt, die in ihren Beschreibungen von Microthyriaceen stets von inversen Perithecien usw. sprechen.

Eine kräftige Stütze erhielten diese Ergebnisse durch meine Entdeckung der Katothecien bei den Trichothyriaceen (Ber. d. deutsch. bot. G. 1917, 35. Bd. p. 411). Die Katothecien sind wirklich einfach verkehrte Perithecien, bei welchen auch die Schläuche von der oben befindlichen Basis derselben herabhängen.

Nichts war selbstverständlicher, als, wie ich es getan habe, zu sagen, daß diese Katothecien eine Bildung darstellen, welche in der Mitte zwischen den gewöhnlichen aufrechten Perithecien und den hängenden oder verkehrten Thyriothecien steht. Hierdurch schien die bisherige Lehre von dem Wesen der letzteren vollständig sicher gestellt.

Allein die Natur geht bei der Entwicklung ihrer Formen ihre eigenen Wege, die oft nur schwer aufzuspüren sind, so daß sich oft genug scheinbar schon ganz selbstverständliche Annahmen als irrig erweisen. Und das ist nun auch hier der Fall.

Ich habe seither gefunden, daß die bisherige Auffassung des Wesens der Thyriothecien eine ganz falsche ist. Schon die eine Tatsache, daß in diesen die Schläuche auf dem angeblichen der Blattfläche anliegenden Scheitel der Perithecien sitzen, hätte genügen müssen, um zu erweisen, daß die heutige Lehre von den Thyriothecien falsch sein müsse. Der Augenschein sprach aber so sehr für die verkehrte Lage der Thyriothecien, daß man lieber annahm, in denselben finde eine Umkehrung des Nucleus statt, was ja ganz unwahrscheinlich war, als daß man einfach sagte, die ganze bisherige Auffassung der Thyriothecien müsse falsch sein.

Durch die Untersuchung einiger *Meliola*-Arten, teils echten, teils ursprünglich nur als solche beschriebenen, aber nicht eigentlich in die Gattung gehörigen, bin ich nun zu der Erkenntnis gelangt, daß die Thyriothecien gar keine einfachen Schlauchbehälter sind, sondern aus zwei Teilen bestehen, nämlich aus dem Schilde

und aus dem eigentlichen Perithecium. Die Microthyriaceen entwickeln auf der Unterseite der Hyphen oder an kurzen Seitenzweigen eigene schildförmige Organe, die der Blattepidermis fest aufsitzen. Diese Schilder sind Schutzvorrichtungen, unter welchen sich die eigentlichen Perithecien entwickeln. Diese sind nicht verkehrt, sondern aufrecht. Da sie sich in vollkommen geschützter Lage entwickeln, brauchen sie keine eigene Perithecienmembran, diese ist daher meist so gut wie gar nicht entwickelt. Zur Reifezeit entsteht im Schutzschilde eine rundliche oder unregelmäßige Öffnung, oder dasselbe erhält strahlig angeordnete Risse. Bei vielen *Asterina*-Arten aus der Untergattung *Dimerosporium* Fuckel zerreißt das Schutzschild von der Mitte aus lappig, und werden die Lappen durch den schleimreichen, stark aufquellenden Nucleus aufgerichtet und hinausgebogen, so daß die Schläuche frei zutage liegen (Fragmente Nr. 331, 361). Bei *Englerulaster* v. H. (Fragm. Nr. 478) verschleimt das Schildchen in der Mitte und endlich bei *Stegothyrium denudans* (Rehm) v. H. (= *Myiocopron* Rehm in Ascom. exs. Nr. 1493) wird schließlich das unveränderte Schildchen deckelartig abgeworfen, so daß der Pilz, der gar kein eigenes Perithecium besitzt, nackt zutage liegt, einer *Agyriee* gleichend. Bisher hat man als ganz selbstverständlich angenommen, daß zwischen einem *Meliola*-Perithecium und einem Thyriothecium ein gegensätzlicher Unterschied besteht. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Es ist vielmehr gewiß, daß zwischen diesen beiden Fruchtkörpern alle nur möglichen Übergangsformen vorkommen werden. Einige derselben sind bereits bekannt, weitere Zwischenglieder wird die genauere Untersuchung noch zutage fördern.

Einige hierher gehörige Tatsachen sind nun folgende:

1. *Meliola clavispora* Patouillard (s. GAILLARD, Le genre *Meliola*, Paris, 1892, p. 36) ist nach dem Originalexemplare in ROUMEG., F. sel. exs. Nr. 5631 eine echte Microthyriacee. Die Schildchen entwickeln sich aus einzelnen Gliedern der Hyphen unter denselben, sind kreisrund, am Rande glatt, sind streng radiär gebaut, werden schließlich ganz schwarz und undurchsichtig, zeigen aber dann zahlreiche, dünne Radialrisse. Eine Basalmembran fehlt völlig. Unter den Schildchen finden sich locker stehende, verzweigte, dünne, bräunliche Hyphen, an denen die eiförmigen, dickwandigen, $60-100 \asymp 44-80$ μ großen Schläuche sitzen. Diese färben sich mit Jod gelb, enthalten wenige, bis 8 dunkelviolettbraune, keulige, dreizellige, $50 \asymp 16$ μ große Sporen, deren Mittelzelle wenig länger

ist als die Endzellen. Die Schläuche liegen in viel festem Schleim eingebettet.

Der Pilz ist ein *Dimerosporium* Fuckel mit dreizelligen Sporen und stellt eine neue Gattung dar, die ich *Meliolaster* nenne (*Meliolaster clavisporus* (Pat.) v. H.).

Von *Halbania* Racib. (Fragm. Nr. 361), *Schenckiella* P. Henn. (Fragm. Nr. 598) und *Scutellum javanicum* v. H. (Fragm. Nr. 726) unterscheidet sich *Meliolaster* v. H. durch das kräftige mit Hyphopodien versehene Subiculum.

2. *Meliola asterinoides* Winter var. *Psychotriae* P. Henn. (Hedwigia 1904, 43. Bd., p. 362) ist nach dem Originalexemplare in ULE, Mycoth. brasil. Nr. 55, eine Microthyriacee, welche unter dem Schildchen ein vollständig entwickeltes, weiches Perithecium zeigt. Der Pilz ist von THEISSEN in Ann. myc. 1913, XI. Bd., p. 497, genauer beschrieben worden und stellt die Grundart der neuen Gattung *Amazonia* Th. dar. Der Nucleus des Pilzes gleicht vollkommen dem einer echten *Meliola* und ist daher *Amazonia* offenbar näher mit *Meliola* als mit den Microthyriaceen verwandt. Es ist eine *Meliola* mit so tief gelagertem Perithecium, daß dasselbe unter das Schildchen zu liegen kommt. Daher ist dasselbe vom Schildchen geschützt und bleibt weich. Der Pilz könnte ohne weiteres als eine *Meliola* im weiteren Sinne des Wortes betrachtet werden und wurde daher auch als eine solche beschrieben. Bei manchen echten *Meliola*-Arten im engeren Sinne entstehen die Perithecien im Schilde, entwickeln sich aber so, daß sie im fertigen Zustande auf dem Schildchen sitzen. Dies kann man sehr schön sehen bei

3. *Meliola corallina* Mont. v. *javanica* v. H. (Fragm. Nr. 365, VIII. Mitt. 1909). Betrachtet man ein noch junges Mycel des Pilzes, so glaubt man eine Microthyriacee vor sich zu haben, denn man sieht zahlreiche Schildchen, die aus Hyphopodien hervorgehen, radiär gebaut und der Cuticula angepreßt sind. Einzelne Randzellen dieser Schildchen wachsen zu Fäden aus, die wieder Hyphodien bilden. Diese Schildchen schwellen aber in der Mitte halbkugelig an und aus dieser Anschwellung, die aus braunen Parenchymzellen besteht, wird das Perithecium. Dieses ist bei dieser *Meliola*-Art stark abgeflacht und sitzt auf dem Schildchen, welches nun als Träger dient und das Perithecium an die Unterlage befestigt. Der Unterschied gegen *Amazonia* beruht nur darauf, daß das

Perithecium weiter oben entsteht und dann sich nach oben weiter entwickelt. Ich zweifele nicht daran, daß man noch Formen finden wird, die eine engere Verbindung der *Amazonia*-Form mit der *Meliola corallina*-Form herstellen werden.

4. Bei *Meliola amphitricha* Fries werden auch Schildchen gebildet, die aus Hyphopodien entstehen und dem Blatte angepreßt sind. Hier sind sie aber stark reduziert, mehr knollenförmig und entwickeln oben das Perithecium.

Nach diesen allerdings noch unvollständigen Beobachtungen, die noch durch die Auffindung weiterer Formen ergänzt werden müßten, welche die bestehenden Lücken in der Entwicklungsreihe auszufüllen haben werden, steht aber für mich wenigstens schon jetzt fest, daß zwischen einem Thyriothecium und einem *Meliola-Perithecium* kein grundsätzlicher Unterschied besteht. Die großen äußeren Unterschiede zwischen diesen beiden Schlauchfruchtarten beruhen *nur auf der verschieden vollkommenen Entwicklung der* Schildchen und auf der verschiedenen relativen Höhe, in welcher die Perithecien entstehen. Entstehen diese tief, so ist ihre Entwicklung nur eine äußerst rudimentäre, wie bei der Section *Clypeolaster* Th. der Gattung *Asterina*, oder sie fehlt so gut wie völlig (*Euasterina*, *Dimerosporium*), oder es entstehen gut entwickelte aber weiche Perithecien (*Amazonia*); entstehen die Perithecien im Schildchen, so entwickeln sie sich nach oben in normaler Form, mit derber Membran, da sie dann ungeschützt freistehen.

In allen Fällen ist die Entwicklung der Perithecien an die anfängliche Entstehung eines mehr minder vollkommen ausgebildeten Schildchens gebunden.

Einen gegensätzlichen Unterschied könnte man nur darin erblicken, ob die Perithecienentwicklung, vom Schildchen ausgehend gedacht, nach unten oder nach oben stattfindet. Daher müssen weitere Funde und daran geknüpfte Untersuchungen abgewartet werden, die zeigen müssen, ob hier zwei entgegengesetzte Entwicklungsreihen vorliegen, oder nur eine Reihe. Das wesentliche Resultat der gemachten Auseinandersetzungen bleibt aber die Feststellung, daß die Thyriothecien nicht verkehrte, schildförmige Perithecien sind, sondern mehr minder verkümmerte oder sogar bis auf den nackten Nucleus reduzierte, aufrechte Perithecien, die sich unter einem schützenden Deckschild entwickeln.

71. Otto Schüepp: Ueber den Nachweis von Gewebespannungen in der Sproßspitze.

(Mit 2 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 16. Dezember 1917.)

Vor längerer Zeit hat SCHWENDENER den Druckwirkungen zwischen den jungen Blattanlagen eine wesentliche Rolle beim Zustandekommen der Blattstellungen zugeschrieben. Seine Theorie ist heute, nachdem sie zu heftiger Diskussion Anlaß gegeben hatte, von den meisten Botanikern verlassen worden.

In neuerer Zeit versuchten GÜNTHART[1]) für die Cruciferen und der Verfasser[2]) für die Papilionaceen zahlreiche Einzelformen der Blüte auf Zug- und Druckwirkungen während des Knospenlebens zurückzuführen. Ferner hat der Verfasser eine Faltungstheorie des Vegetationspunktes aufgestellt[3]), in welcher tangentiale Druckspannungen im Vegetationspunkt eine Rolle spielen.

Der vorherrschenden Ansicht der Botaniker gibt GOEBEL Ausdruck, wenn er von der Einwirkung des Druckes, welchem die Vegetationspunkte ausgesetzt sein sollen, schreibt[4]): „Nachgewiesen sind solche Druckverhältnisse aber niemals".

Der Nachweis von Gewebespannungen in der wachsenden Sproßspitze gelingt in einfacher Weise. Ich schnitt mit dem Rasiermesser aus lebenden Knospen ein brettförmiges Stück heraus, das den ganzen oder den halbierten Vegetationspunkt enthielt. Die Schnitte wurden unter dem binokularen Mikroskop mit Hilfe einer zugeschliffenen Nadel in verschiedener Art gespalten. Die Teilstücke ließ ich auf Wasser schwimmen, damit sie ungehemmt ihre Spannungen ausgleichen konnten, und brachte sie zum Zeichnen oder Photographieren unter ein geschütztes Deckglas. Es wurden mit übereinstimmenden Resultaten 80 Versuche durchgeführt.

1) GÜNTHART, Prinzipien der physikalisch-kausalen Blütenbiologie. Jena 1910. Ferner: Beih. z. bot. Centralbl. XXXV, Abt. I, p. 60.

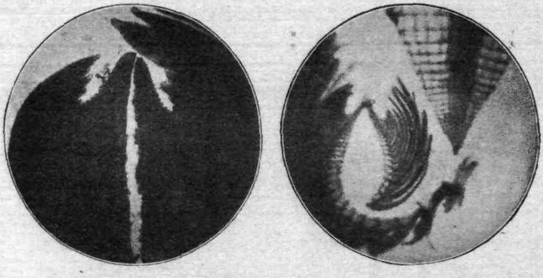
2) SCHÜEPP, Beih. z. bot. Centralbl. XXVIII, Abt. I.

3) SCHÜEPP, Diese Berichte XXXIV, p. 847.

4) GOEBEL, Allg. Organographie, 2. Aufl., Jena 1913, p. 426.

Die einfache Längsspaltung führt zu einer Einkrümmung der beiden Hälften sowohl im Vegetationspunkt selbst als auch in der jungen Sproßachse. Erfolgt die Spaltung asymmetrisch, so zeigt regelmäßig das dünnere Teilstück die intensivere Krümmung (Abb. 1a; Abb. 2 a bis g, i). Wird durch zwei konvergierende Schnitte ein Keil herausgeschnitten, so bewegen sich die im Vegetationspunkt zusammenhängenden Stücke gegeneinander; der spitze Winkel, den sie einschließen, wird kleiner (Abb. 1b; Abb. 2h).

Die Versuche zeigen übereinstimmend eine Ausdehnung der Oberfläche im Vergleich zu den innern Gewebepartien, sie beweisen



a b

Abb. 1. Sproßspitzen von *Hippuris vulgaris*. a Längsspaltung. b Herausschneiden eines Keils aus der Achsenspitze.

also das Vorkommen tangentialer Druckspannungen in der Oberfläche. Die Spannungsverhältnisse in der Sproßspitze sind eine direkte Umkehrung der bekannten Gewebespannungen in ältern Achsenteilen.

Abb. 2k zeigt die Zerlegung einer Sproßspitze durch Querschnitte. Jedesmal, wenn von der Sproßspitze ein Stück weggenommen wird, bewegen sich am Basalteil die Blätter nach innen. Die ältern Blätter drücken also gegen die jüngern; diese gegen die jüngsten Anlagen.

Ueber die Bedeutung der nachgewiesenen Spannungen möchte ich mich hier nur ganz kurz äußern. GOEBEL bemerkt im Bezug

auf die Wirkungen äußeren Druckes auf den Vegetationspunkt): „Aber selbst, wenn solche Druckverhältnisse vorliegen sollten, so

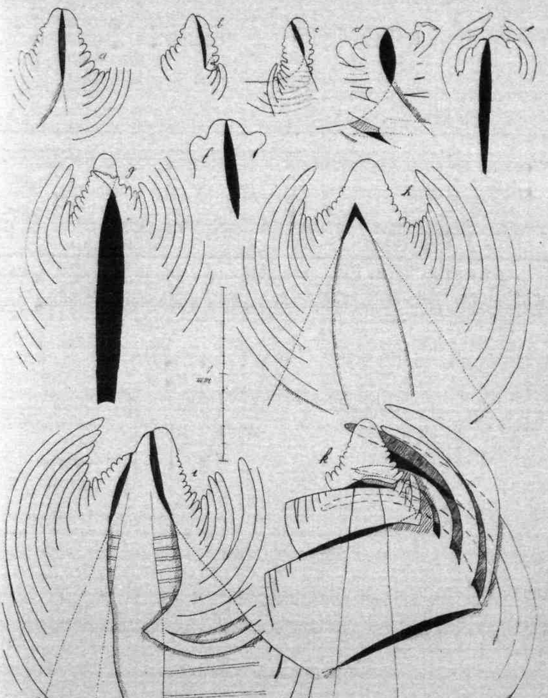


Abb. 2. Zerlegung lebender Sproßspitzen. Teilstücke neben- oder übereinander gezeichnet. a, b, c, g *Elodea densa*; d *Capsella bursa pastoris*; e *Myriophyllum proserpinnacoides*; f *Tropaeolum majus*; h, i, k *Hippuris vulgaris*.

ist nicht zu vergessen, daß die Vegetationspunkte keine passiven, einem Drucke ohne weiteres nachgebenden Massen sind, wie ein

weiches Stück Wachs und dergleichen, sondern aktive Gebilde, welche Widerstände, die auf sie einwirken, überwinden können." Ich möchte hinzufügen, daß die im Vegetationspunkt nun nachgewiesenen Spannungen im wesentlichen von innen heraus erzeugt werden durch die Wachstumstätigkeit der verschiedenen Schichten des Vegetationspunktes selber. Wieweit aber das Spannungssystem im Vegetationspunkt durch äußeren Druck verändert werden kann, muß durch weitere Untersuchungen klargestellt werden.

---

72. Karl Höfler: Die plasmolytisch-volumetrische Methode und ihre Anwendbarkeit zur Messung des osmotischen Wertes lebender Pflanzenzellen[1]).

(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität Wien, Nr. 110 der *II. Folge*.)
(Mit drei Abbildungen im Text.)
(Eingegangen am 24. Dezember 1917.)

Während der letzten Jahre war ich im Wiener Pflanzenphysiologischen Institut mit plasmolytischen Versuchen beschäftigt. Sie führten zu der im folgenden kurz beschriebenen Ausgestaltung der üblichen, von DE VRIES[2]) begründeten plasmolytischen Methode, die ich als „plasmolytisch-volumetrische Methode" bezeichnen möchte, da Volummessungen an plasmolysierten Zellen und Protoplasten eine wesentliche Rolle bei ihr spielen. Die nächste Leistung der neuen Methode ist die genaue Bestimmung des osmotischen Wertes von Pflanzenzellen; hiervon soll in der vorliegenden Mitteilung die Rede sein.

1. Das Grundprinzip der osmotischen Wertbestimmung.

Nach der DE VRIESschen grenzplasmolytischen Methode, die ein so wichtiges Arbeitsmittel für weite Gebiete unserer heutigen

---

1) Die ausführliche Arbeit über den gleichen Gegenstand steht im Druck: HÖFLER, Eine plasmolytisch-volumetrische Methode zur Bestimmung des osmotischen Wertes von Pflanzenzellen. Denkschr. d. Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Klasse, Bd. 95.

2) DE VRIES, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 14, 1884, S. 427. Bd. 16, 1885, S. 465.

Pflanzenphysiologie darstellt, wird bekanntlich der osmotische Wert[1]) lebender Zellen bestimmt, indem man die schwächste, eben noch wahrnehmbare Plasmolyse herbeiführende Konzentration eines gelösten Stoffes aufsucht und als isotonisch mit dem Zellsaft annimmt. Die Konzentration dieser „plasmolytischen Grenzlösung" kann nun zwar für einzelne Gewebe mit sehr großer Genauigkeit ermittelt werden; so hat FITTING[2]) im Jahre 1915 gezeigt, daß für eines der klassischen „Indikatorgewebe" für Plasmolyseversuche, die unterseitige Epidermis der Blattmittelrippe von *Rhoeo discolor*, selbst mit KNO_3-Lösungen von bloß 0,0025 GM Konzentrationsunterschied in ihrem plasmolytischen Effekt sich deutlich als verschieden zu erkennen geben. Für die allermeisten Objekte dagegen läßt sich solche Genauigkeit bisher auch nicht von ferne erreichen. Man muß vielmehr zufrieden sein, den osmotischen Wert näherungsweise aufzusuchen, d. h. zwischen mehr oder weniger enge, manchmal recht weite, Grenzen einzuschließen.

Die plasmolytisch-volumetrische Methode beschränkt sich nun nicht wie die grenzplasmolytische auf die Beobachtung der schwächsten, eben wahrnehmbaren Plasmolyse in fast noch isotonischer Außenlösung, sondern sie betrachtet außerdem noch die stärkeren Grade der Plasmolyse, wie sie in stärkeren Lösungen bewirkt werden.

Dabei ist der Grundgedanke in Kürze folgender:

Eine Zelle sei in hypertonischer Außenlösung von bekannter Konzentration, die z. B. 0,60 GM Rohrzucker im Liter Lösung enthalte, plasmolysiert. Der Protoplast habe sein Volum auf den n-ten Teil des Innenvolums der Zelle verkleinert, z. B. auf drei Viertel (Abb. 1). Ist der Zustand osmotischen Gleichgewichtes erzielt und war die Semipermeabilität während des Eintrittes der Plasmolyse vollständig, ist also durchs Plasma weder Plasmolytikum eingedrungen noch gelöster Stoff des Zellsaftes ausgetreten, dann muß im Protoplasten die Konzentration im selben Verhältnis zugenommen haben, in dem seine Größe abgenommen hat. Beträgt das Volum, wie in Abb. 1, $^3/_4$ der anfänglichen Größe, so ist die Konzentration $^4/_3$ mal größer geworden.

Die Konzentration im endgültig plasmolysierten Protoplasten ist bekannt. Sie ist bei osmotischem Gleichgewicht genau isoto-

---

1) Unter dem osmotischen Wert einer Pflanzenzelle — in der Wahl des Ausdruckes folge ich URSPRUNG und BLUM (Diese Berichte, Bd. 34, 1916, S. 88) — verstehe ich die Maßzahl, welche die dem Zellsaft genau isotonische Konzentration des zur Plasmolyse gewählten Stoffes angibt.

2) FITTING, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 56 (PFEFFER-Festband, 1915, S. 1.

nisch mit der des Plasmolytikums. Sie ist ferner in unserem Beispiel genau $^4/_3$ mal so groß wie vor Eintritt der Plasmolyse und gleich 0,60 GM Rohrzucker. Daher war der osmotische Wert des unplasmolysierten Protoplasten, dessen Volum dem Innenraum der entspannten Zelle gleich war, gleich $0{,}60 \times {}^3/_4 = 0{,}45$ GM Rohrzucker. Dies ist die gesuchte Größe.

Nennen wir allgemein das Volum des plasmolysierten Protoplasten — V_p, das innere Volum der entspannten Zelle — V_z, die bekannte (im volumnormalen Maß ausgedrückte) Konzentration der plasmolysierenden Lösung — C, die gesuchte, dem unplasmolysierten Protoplasten isotonische Konzentration — O. Dann besteht die Beziehung $V_p : V_z = O : C$, oder

$$V_p \cdot C = V_z \cdot O \qquad (1)$$

Denn unter der Voraussetzung völliger Semipermeabilität und völligen osmotischen Gleichgewichtes muß das Produkt aus Volum

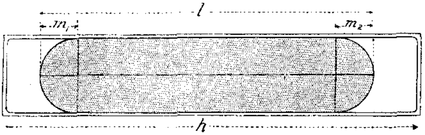


Abb. 1. Endgültig plasmolysierte Zelle. Schematisch. Erklärung im Text.

mal Konzentration bei der Plasmolyse unverändert geblieben sein. Wir bestimmen hieraus den osmotischen Wert der Zelle

$$O = C \cdot \frac{V_p}{V_z} \qquad (2)$$

Für eine endgültig plasmolysierte Zelle ergibt sich der osmotische Wert, der ihr vor dem Eintritt der Plasmolyse eigen war, wenn man die (bekannte) Maßzahl der Konzentration der Außenlösung mit dem (durch Messung zu bestimmenden) Quotienten aus Protoplastenvolum durch inneres Zellvolum multipliziert.

Der so berechnete osmotische Wert gilt natürlich, ebenso wie der grenzplasmolytisch gefundene, zunächst für die *entspannte* Zelle. Der Wert der *turgeszenten* Zelle ist so viel mal kleiner als ihr Volumen infolge der Turgordehnung größer war. Es sei bei dieser Gelegenheit gleich darauf hingewiesen, daß das seit

langem übliche Verfahren[1]), aus dem plasmolytisch bestimmten Wert der turgorlosen Zelle durch Anbringung einer Volumkorrektur auf den Wert im turgeszenten Zustand zu schließen, dem Prinzip unserer Methode ganz analog ist, — wenn dieses letztere trotzdem noch nie für osmotische Größenbestimmungen verwertet worden ist, so mag das wohl vor allem in der scheinbaren Schwierigkeit hinreichend exakter Volummessungen begründet sein.

2. Bestimmung des Volumverhältnisses $V_p : V_z$.

Natürlich ist der Grundgedanke der Methode nur dort anwendbar, wo sich die Volumgrößen durch Messung ermitteln lassen. Und je besser die wirklichen Zellen und Protoplaste mit geometrischen Formen übereinstimmen, desto genauer werden die Resultate, die Werte für O, sein.

Volumbestimmungen an plasmolysierten Protoplasten hat zuerst LEPESCHKIN[2]) vorgenommen und als Material die im Gleichgewichtszustand schön halbkugelig begrenzten Protoplaste von *Spirogyra* verwendet.

Vergleichende Messungen der Zellgröße im turgeszenten und im entspannten Zustande zum Zweck der erwähnten Volumkorrektur sind mehrfach, am konsequentesten wohl in jüngster Zeit von URSPRUNG und BLUM[3]) durchgeführt worden.

Für unsern Zweck ergibt sich nun eine willkommene Vereinfachung. Wir brauchen, wie aus der obigen Gl (2) $O = C \frac{V_p}{V_z}$ hervorgeht, die absoluten Größen für V_p und V_z garnicht zu kennen. Es kommt nur aufs Volumverhältnis $V_p : V_z$ zwischen Protoplasten und Zellhohlraum an.

Wir wollen hier bloß den einfachsten und zugleich wichtigsten Fall behandeln, zylindrisch-prismatische Zellen, die überall gleich breit, resp. deren Querschnitt konstant ist. Für solche Zellen läßt sich der Wert für $V_p : V_z$ auf Grund weniger Mikrometermessungen direkt berechnen.

Betrachten wir eine zylindrische Zelle mit kreisförmigem Querschnitt. Der Zellhohlraum ist hier gleich der Querschnittsfläche q mal der mittleren inneren Zellänge h — $V_z = q \cdot h$.

---

1) z. B. JOST, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, III. Aufl., 1913, S. 560; PANTANELLI, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 40, 1904, S. 315; bes. jüngst URSPRUNG und BLUM, diese Berichte, Bd. 34, 1916, S. 92, 580, 536, BLUM. Beih. Botan. Zentralblatt, Bd. 33, 1, 1917, S. 345.

2) LEPESCHKIN, Diese Ber., Bd. 26a, 1908, S. 209, Bd. 27, 1909, S. 188f.

3) l. c.

Der endgültig plasmolysierte Protoplast zeigt erfahrungsgemäß oft die in Abb. 1 dargestellte Form. Wir denken uns sein Volum in drei Teile zerlegt, einen mittleren, rein zylindrischen und zwei meniskusförmige Kappen. Der Mittelteil ist gleich seinem Querschnitt mal seiner Länge. Wenn die Kappen genau halbkugelig sind, so erfüllen sie $^2/_3$ vom gleichhohen zylindrischen Zellabschnitt (denn das Volum der Halbkugel ist $^2/_3$ rq, das des umgeschriebenen Kreiszylinders = rq), *sie sind also um ein Drittel kleiner* als der gleichhohe Teil des Zellumens. Das Volum V_p des ganzen Protoplasten ist somit gleich dem Zellquerschnitt q mal der Protoplastenlänge l, vermindert um den dritten Teil der Höhen der beiden Menisci 2m.

$$V_p = q \cdot l - 2q \cdot \frac{m}{3} = q\left(l - 2\frac{m}{3}\right)$$

Fürs Volumverhältnis folgt also

$$\frac{V_p}{V_z} = \frac{q\left(l - 2\frac{m}{3}\right)}{q \cdot h} = \frac{l - 2\frac{m}{3}}{h} \qquad (3)$$

In Abb. 1 sei z. B. h = 84', l = 68', die Meniskushöhen $m_1 = m_2 = 7\frac{1}{2}'$ (Teilstriche des Okularmikrometers). Dann ist

$$\frac{V_p}{V_z} = \frac{l - 2\frac{m}{3}}{h} = \frac{68 - \frac{2 \times 7{,}5}{3}}{84} = \frac{63}{84} = \frac{3}{4}$$

War die Zelle in 0,60 GM Rohrzucker plasmolysiert, so ist ihr osmotischer Wert 0,60 × 0,75 = 0,45 GM Rohrzucker.

Zylindrische Zellen, an denen osmotische Bestimmungen nach Gl (3) ausgeführt werden können, sind nun natürlich im ganzen Pflanzenreich und an den verschiedensten Pflanzenorganen in reichster Auswahl vorhanden, während andererseits die Objekte, die sich für gleich genaue grenzplasmolytische Messungen eignen, nicht allzu zahlreich sind. —

Nur in einem Punkt weicht oft in Zellen, die aus dem Geweheverbande höherer *Pflanzen entnommen sind, die Form der endplasmolysierten Proto*plaste vom Schema ab. Die Menisci sind oft nicht (wie z. B. bei *Spirogyra*) genau halbkugelig, sondern etwas schwächer vorgewölbt; ihre Höhe m ist kleiner als die halbe innere Zellbreite r. Die Rundung der freien Protoplastenoberfläche ist gleichwohl gleichmäßig kugelig, wie ja auch aus physikalischen Gründen der Oberflächenspannung zu erwarten ist.

Die Menisci entsprechen dann Kugelsegmenten. Als solche lassen sie nicht, wie die Halbkugel, ein Drittel, sondern einen etwas größeren Teil vom gleichhohen Zellabschnitt neben sich frei. An unserer obigen Berechnungsweise ändert sich demnach nur das eine, daß die Meniskushöhen nicht mit dem Faktor $^1/_3$, sondern mit einem etwas größeren Faktor zu multiplizieren sind. *Er heiße* Meniskusfaktor oder λ. Wie die mathematische Ableitung, die ich aus Raumrücksichten nicht mitteilen kann, ergibt, schwankt λ zwischen $^1/_3$ und $^1/_2$ und hängt ab vom Verhältnis der Meniskushöhe m zur halben Zellbreite r; der Wert $^1/_3$ entspricht der Halbkugel (m = r), wird m < r, so wächst λ erst rasch, dann langsamer und wird für flache Menisci fast = $^1/_2$. — Die folgende Tabelle gibt ein paar genaue Werte für λ:

Für m : r	ist λ	m : r	λ
0 : 10	0,5 = ½	6 : 10	0,44
1 : 10	0,4983̇	7 : 10	0,4183̇
2 : 10	0,493̇	8 : 10	0,393̇ = ²/₅
3 : 10	0,485	9 : 10	0,365
4 : 10	0,473̇	10 : 10	0,3̇ = ⅓
5 : 10	0,4583̇		

Wenn also der Protoplast nicht halbkugelig, sondern kugelsegmentförmig ist, so hat man nur außer l, h, m auch noch die innere Zellbreite 2 r zu messen und das Verhältnis m : r zu berücksichtigen.

Gl (3) heißt jetzt allgemeiner

$$\frac{V_p}{V_z} = \frac{l - 2\lambda m}{h} \qquad (4)$$

In Abb. 2b, Seite 713, sei z. B. am Meniskus m : r = 4 : 5, sodaß nach obiger Tabelle der Meniskusfaktor $\lambda = 0{,}393 = 0{,}4$; h sei = 110', l = 64½ $m_1 = m_2 = 6\frac{1}{2}'$; dann ist nach Gl (4)

$$\frac{V_p}{V_z} = \frac{l - 2\lambda m}{h} = \frac{64{,}5 - 2 \times 0{,}4 \times 6{,}5}{110} = \frac{59{,}3}{110} = 0{,}54,$$

und wenn die Außenkonzentration C = 0,40 GM Rohrz., so ist der osmotische Wert der Zelle O = 0,54 × 0,40 = 0,216 GM Rohrzucker.

Allzugroße Genauigkeit ist bei der Wahl des Meniskusfaktors gewöhnlich nicht nötig. Wenn man λ auf ⅓, 0,4, 0,45, 0,5 abrundet, so bleibt der Einfluß aufs Resultat $V_p : V_z$ sehr klein, meist innerhalb der Messungsfehler. —

Die voranstehenden Gleichungen sind für genau zylindrische Zellen abgeleitet. Wenn in prismatischen Zellen, deren Querschnitt nicht kreisrund, sondern mehreckig ist, die Höhen der kugelig gerundeten Menisci, zwischen den Kanten gemessen, merklich größer als zwischen den Flächen sind, so verwendet man einen mittleren Wert für m : r, bestimmt darnach λ und rechnet nach Gl (4). — Wahrscheinlich würden in Zellen mit genau kreisrundem Querschnitt die Protoplaste zuletzt genau halbkugelige Endflächen erreichen und die erwähnte, in Gewebszellen so oft zu beobachtende Abweichung der Menisci von der Halbkugelform dürfte meist auf Abweichungen des Querschnittes von der Kreisform beruhen.

Die angeführten Beispiele zeigen, daß die Berechnung des Wertes $V_p : V_z$ für zylindrisch-prismatische Zellen zu einer sehr einfachen Operation wird, *wenn vier Größen: die mittlere Länge* und die Breite der Zelle, die Länge des Protoplasten und die Höhen der Protoplastenmenisci, durch Messung bekannt sind.

3. Der Grad der Plasmolyse.

Die Kenntnis der Verhältniszahl $V_p : V_z$ ist nicht allein für die osmotische Wertbestimmung von Wichtigkeit, sondern, wie ich

vermute, für die Betrachtung plasmolytischer Erscheinungen überhaupt. Denn die Größe $\frac{V_p}{V_z}$ gibt in sinngemäßer Weise an, wie stark eine Zelle plasmolysiert ist. Sie liefert ein wertvolles Mittel, außer schwächster, eben wahrnehmbarer Grenzplasmolyse auch alle stärkeren Plasmolysen zahlenmäßig zu beschreiben und zu charakterisieren. Ein solches objektives Maß hat bisher gefehlt; darum war man bei allen quantiativen Untersuchungen, z. B. auch in der ganzen Lehre von der Plasmapermeabilität, fast stets allein auf die Betrachtung der Grenzplasmolyse angewiesen.

Ich halte es aus diesem Grunde für ratsam, die Größe $\frac{V_p}{V_z}$ im Interesse einer bequemen Terminologie plasmolytischer Erscheinungen mit einem einfachen Namen zu belegen.

Es bietet sich der schon bei DE VRIES[1]) in ähnlichem Sinne gebrauchte Ausdruck „Grad der Plasmolyse"; ich verstehe also darunter fortan die Maßzahl für das Volumverhältnis zwischen dem plasmolysierten Protoplasten und dem Innenvolum der entspannten Zelle. Zur Bezeichnung verwende ich als Symbol den Buchstaben G. Somit ist

$$G = \frac{V_p}{V_z}$$

G ist eine unbenannte Zahl, ein echter Bruch, kleiner als 1, und wird für die unplasmolysierte, turgorlose Zelle, gleich 1. Je schwächer die Plasmolyse, desto weniger weicht G von 1 ab. —

Es sei hier erlaubt, noch einige weitere Bezeichnungen vorzuschlagen für Erscheinungsformen der Plasmolyse, die auseinanderzuhalten sich mir während der Ausarbeitung vorliegender Methode als nötig erwies.

Wenn eine intakte Zelle in hypertonische Außenlösung gebracht wird, so nimmt, während die Plasmolyse eintritt, der Grad der Plasmolyse naturgemäß allmählich zu. Der Protoplast zeigt, solange er sich verkleinert, meist Begrenzungsflächen, die teilweise konkav nach außen sind (Abb. 2a), was wohl damit in Zusammenhang stehen dürfte, daß das Plasma mit gewisser Kraft an der Zellwand haftet und daß die von außen her ins Zellumen vordringende Lösung den hierdurch verursachten Adhäsionswiderstand nur allmählich zu überwinden vermag. Erst wenn die Verkleinerung beendet und osmotisches Gleichgewicht zwischen Zellsaft und

1) l. c., vgl. bes. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 16, 1885, S. 550 f.

Plasmolytikum erzielt ist, erst dann *rundet* der Protoplast in der Regel seine freie Oberfläche langsam nach außen und erreicht schließlich die charakteristische, bleibende Endform, kugelige, nach außen konvexe Konturen (Abb. 2b).

Wir können demgemäß unterscheiden:

1) eintretende (imperfekte) und endgültige (perfekte) Plasmolyse und
2) konkave und konvexe Plasmolyse.

Nun ist in den meisten, wenn auch nicht in allen Fällen eintretende Plasmolyse konkav oder doch ungleichmäßig gerundet, endgültige kugelig-konvex. Man hat daher bei der Betrachtung stärkerer Plasmolysegrade in der kugeligen Rundung der Plasmaoberflächen sehr oft ein gutes Kriterium dafür, ob perfekte „Endplasmolyse" wirklich erreicht ist.

a

b

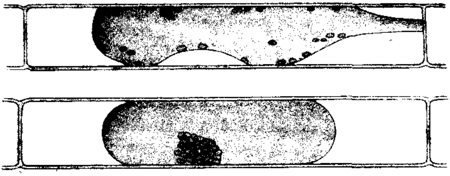


Abb. 2. Grundgewebszellen aus dem Stengel von *Tradescantia guianensis*, in 0,40 GM Rohrzucker plasmolysiert. a) eintretende (imperfekte), b) endgültige (perfekte) Plasmolyse[1], G = 0,54.

Nur wenn die Plasmolyse endgültig, gilt natürlich unsere Gl (2) $O = C \frac{V_p}{V_z}$. Der osmotische Wert O der Zelle (im Momente der Ablesung) — damit gelangen wir zum kürzesten Ausdruck des Grundgedankens der plasmolytisch-volumetrischen Methode — berechnet sich dann einfach als Produkt

$$O = C \cdot G \qquad (5)$$

Dem ursprünglichen osmotischen Wert der entspannten Zelle vor der Plasmolyse ist der so berechnete Wert gleich, wenn das Plasma volle Semipermeabilität für Außenlösung und Zellsaft-

1) Abb. 2b zeigt die zuerst von KÜSTER (Diese Ber., Bd. 24, 1916, S. 255; Flora, Bd. 100, 1910, S. 267) beobachtete „Systrophe" der Chromatophoren und des Körnerplasmas nach Plasmolyse.

stoffe besitzt (und wenn sich, während Plasmolyse eintrat, keine stofflichen Umsetzungen im Inneren des Protoplasten vollzogen haben). Dringt Plasmolytikum ein, so würde O dadurch um soviel größer gefunden werden, als der osmotischen Wirksamkeit der eingetretenen Lösungsmenge entspricht[1]); würden Inhaltsstoffe der Zelle exosmieren, so würde O hierdurch entsprechend kleiner.

Die Bestimmung des Grades der Plasmolyse ist also zunächst ein wichtiges Hilfsmittel der objektiven Beschreibung für plasmolytische Erscheinungen aller Art. Sie läßt, falls eine Reihe von Bedingungen erfüllt ist, außerdem nach der einfachen Gl (5), $O = C \cdot G$, direkt die ursprünglichen osmotischen Zellwerte erkennen.

4. Proportionalität im Grade der Plasmolyse.

Es ist wesentlich für unsere Methode, daß man nach freier Wahl schwächere oder stärkere Plasmolysegrade der osmotischen Wertung zugrunde legen kann. Durch diesen Umstand wird ein Weg gewiesen, der die Brauchbarkeit der Methode experimentell zu prüfen erlaubt, und zwar durch Versuche folgender Art:

Man beobachtet gleiche Zellen in verschieden stark hypertonischen Außenlösungen, in denen die Plasmolyse verschiedenen Grad erreicht. Oder, um alle individuellen Differenzen auszuschließen, dieselben Zellen werden, nachdem der Grad der Pl. in einer ersten Lösung abgelesen, weiter in stärkere Konzentrationen überführt und dort jedesmal, sobald Endplasmolyse erzielt, von neuem gemessen. Offenbar müssen dann für jede Zelle in allen untersuchten Konzentrationen C die Grade G auf denselben osmotischen Wert O hinweisen. Es muß $C_1 \cdot G_1 = C_2 \cdot G_2 = C_3 \cdot G_3$ sein, oder

$$C_1 : C_2 : C_3 = G_3 : G_2 : G_1 \qquad (6)$$

Die bewirkten Grade der Plasmolyse müssen umgekehrt proportional sein den Außenkonzentrationen, in denen sie zur Beobachtung gelangen.

Wie weit besteht nun in wirklichen Versuchen diese erwartete „Proportionalität im Grade der Plasmolyse“? Wenn sie ganz zutrifft, sind die aus verschiedenen Konzentrationen berechneten Werte genau die gleichen. Nach dem Maß der Übereinstimmung dürfen wir uns also ein Urteil bilden sowohl über die Genauigkeit

---

1) Über die sich hierauf gründende Methode der quantitativen Permeabilitätsbestimmung individueller Einzelzellen für osmotisch wirksame, zur Plasmolyse verwendbare Stoffe soll demnächst berichtet werden.

der Resultate, wie auch indirekt darüber, ob die Bedingungen für die Giltigkeit der Gl (5) O = C · G im Einzelfall tatsächlich erfüllt sind.

Ich habe plasmolytische Proportionalitätsversuche in großer Zahl und verschiedener Modifikation ausgeführt und teile hier einen Versuch als Beispiel in extenso mit.

Eine meiner besten Versuchspflanzen war *Tradescantia guianensis* Miq.[1]). Ich verwendete die langgestreckten, äußeren, an die Gefäßbündel grenzenden Grundgewebszellen aus der Stengelachse; diese Zellen haben ansehnliche Größe, sind ausgezeichnet durch oft sehr regelmäßige zylindrisch-prismatische Form und enthalten bisweilen Anthokyan, sie haben ferner die günstige Eigenschaft, daß das Plasma nur einen dünnen Wandbelag bildet und der Zellsaft weitaus den größten Anteil am Volum des Gesamtprotoplasten hat, ein Umstand, auf dessen Bedeutung wir noch zurückkommen.

Bezüglich aller Einzelheiten der Versuchsanstellung, der zur Kritik dienenden Kontrollversuche, der Diskussion der Messungsfehler sei auf die

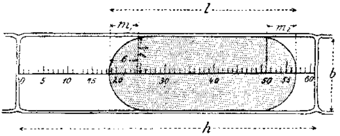


Abb. 3. Messung des Grades der Plasmolyse. Erklärung im Text.

ausführliche Publikation verwiesen. Im folgenden Versuche kamen Stengellängsschnitte erst über Nacht in eine volumnormal bereitete Lösung von 0,30 GM Rohrzucker und nach der Ablesung des Grades weiter für je 2 bis 3 Stunden in 0,35, 0,45, 0,60 GM Rohrz. Ich nenne solche Proportionalitätsversuche, wo dasselbe Präparat stufenweise in immer stärkere Lösungen kommt, „Stufenversuche".

Für die Messung wurden 11 regelmäßig geformte benachbarte Zellen einer Längsreihe gewählt. Die schematische Abb. 3 zeigt, wie ich die zur Bestimmung des Grades der Plasmolyse erforderlichen Daten abzulesen pflege. Ich bringe das Okularmikrometer mit der Längsachse der Zelle so zur Deckung, daß der Nullpunkt der Skala oder der als Anfangspunkt gewählte Teilstrich über die Mitte der linken Zellquerwand zu liegen kommt. Dann wird bestimmt: 1. die innere Zellänge h: In Zelle 1 des folgenden Versuches ist b = 61′ (Teilstriche). — 2. Zwischen welchen Teilstrichen liegt der Protoplast? Bei der Messung in 0,30 GM zwischen 18½ und 57, also l = 57 — 18,5 = 38,5′. — 3. Die Höhe der Menisci: Das Präparat wird rechtwinkelig zur Längs-

1) = *Tradescantia elongata* G. F. W. Meyer.

achse verschoben, bis die Skala über der Längswand der Zelle liegt; hier ist jeder Meniscus m = 6'. — 4. Die innere Zellbreite b = 2r = 14½[1]).

In den Protokollen schreibe ich die zwei ersten Größen l und h gleich während der mikroskopischen Beobachtung in Form eines Bruches an, daneben setze ich die Werte für 2 m und b = 2r. C bedeutet die Konzentration des Plasmolytikums. — Links vom Doppelstrich stehen in der folgenden Tabelle die Versuchsprotokolle, rechts die nachträgliche Berechnung. Diese geschieht nach der früher abgeleiteten Gl (4) $G = \frac{V_p}{V_z} = \frac{l - 2\lambda m}{h}$. Damit also der Bruch l : h den Grad der Plasmolyse gebe, müssen nur vom Dividenden l die mit dem verkleinernden Meniskusfaktor λ multiplizierten Meniskushöhen 2 m abgezogen werden. Da hier m : r = 6 : 7¼, so ist λ genau = 0,385. Also für Zelle 1 in 0,30 GM : l = 57 — 18,5 = 38,5, hiervon abzuziehen 2 λm = 2 × 6 × 0,385 = 4,6; G_{30} = (38,5 − 4,6) : 61 = 33,9 : 61 = $0{,}55_6$. Die Indices (z. B. G_{30}, O_{30}) deuten an, in was für einer Außenkonzentration die betreffende Beobachtung erfolgt ist. Bei den erhaltenen Einzelwerten für G ist die 2. Dezimale giltig, die 3., durch kleineren Druck gekennzeichnete Dezimale dient der Korrektur.

Versuch 1. 19. V. 1916.

C	Zelle	$\frac{l}{h}$	2 m	b	$\frac{l - 2\lambda m}{h} = G$	G × C = O
0,30 GM Rohrz.	1	$\frac{18\frac{1}{2} - 57}{61}$	2 × 6	14½	$\frac{38{,}5 - 4{,}6}{61} = 0{,}55_6$	
	2	$\frac{8\frac{1}{2} - 44\frac{1}{2}}{53}$	"	"	$\frac{36 - 4{,}6}{53} = 0{,}59_2$	
	3	$\frac{6\frac{1}{2} - 31}{36}$	"	"	$\frac{24{,}5 - 4{,}6}{36} = 0{,}55_3$	
	4	$\frac{5\frac{1}{2} - 39}{47\frac{1}{2}}$	"	"	$\frac{33{,}5 - 4{,}6}{47{,}5} = 0{,}60_8$	
	5	$\frac{9 - 53}{65\frac{1}{2}}$	"	"	$\frac{44 - 4{,}6}{65{,}5} = 0{,}60_2$	
	6	$\frac{10 - 58}{71}$	"	"	$\frac{48 - 4{,}6}{71} = 0{,}61_1$	
	7	$\frac{7 - 34\frac{1}{2}}{40}$	"	"	$\frac{27{,}5 - 4{,}6}{40} = 0{,}57_2$	
	8	$\frac{10 - 52}{63\frac{1}{2}}$	"	"	$\frac{42 - 4{,}6}{63{,}5} = 0{,}59_0$	
	9	$\frac{12 - 51\frac{1}{2}}{59\frac{1}{2}}$	"	"	$\frac{39{,}5 - 4{,}6}{59{,}5} = 0{,}58_7$	
	10	$\frac{8 - 38}{44\frac{1}{2}}$	"	"	$\frac{30 - 4{,}6}{44{,}5} = 0{,}57_1$	
	11	$\frac{5 - 35}{42\frac{1}{2}}$	"	"	$\frac{30 - 4{,}6}{42{,}5} = 0{,}59_8$	0,58 × 0,30 =
					$G_{30} = 0{,}58_5$	$O_{30} = 0{,}17_5$

1) Ein Teilstrich = 3,9 μ (Zeiß, Obj. D, Ok. 4, Tubus 150 mm).

(Fortsetzung.)

C	Zelle	$\frac{l}{h}$	2 m	b	$\frac{l - 2\lambda m}{h} = G$	G C = O
0,35 GM Rohrz.	1	$\frac{19\frac{1}{2}-53}{61}$	2×6	14½	$\frac{33,5-4,6}{61} = 0,47_4$	
	2	$\frac{9\frac{3}{4}-41}{53}$	„	„	$\frac{31,8-4,6}{53} = 0,50_4$	
	3	$\frac{9-30\frac{1}{2}}{36}$	„	„	$\frac{21,5-4,6}{36} = 0,47_0$	
	4	$\frac{5\frac{1}{2}-35}{47\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{29,5-4,6}{47,5} = 0,52_4$	
	5	$\frac{15-52\frac{1}{2}}{65\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{37,5-4,6}{65,5} = 0,50_2$	
	6	$\frac{12-53}{71}$	„	„	$\frac{41-4,6}{71} = 0,51_8$	
	7	$\frac{8-32}{40}$	„	„	$\frac{24-4,6}{40} = 0,48_5$	
	8	$\frac{12\frac{1}{2}-48}{63\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{35,5-4,6}{63,5} = 0,48_7$	
	9	$\frac{14\frac{1}{2}-48\frac{1}{2}}{59\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{34-4,6}{59,5} = 0,49_4$	
	10	$\frac{10-36}{44\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{26-4,6}{44,5} = 0,48_1$	
	11	$\frac{7-33}{42\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{26-4,6}{42,5} = 0,50_4$	$0,49_4 \times 0,35 =$
					$G_{35} = \mathbf{0,49_4}$	$O_{35} = \mathbf{0,17_3}$
0,45 GM Rohrz.	1	$\frac{22-49\frac{1}{2}}{61}$	2×6	14½	$\frac{27,5-4,6}{61} = 0,37_5$	
	2	$\frac{12-37\frac{1}{2}}{53}$	„	„	$\frac{25,5-4,6}{53} = 0,39_4$	
	3	$\frac{11\frac{1}{2}-29}{36}$	„	„	$\frac{17,5-4,6}{36} = 0,35_8$	
	4	$\frac{8-32}{47\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{24-4,6}{47,5} = 0,40_8$	
	5	$\frac{19-48\frac{1}{2}}{65\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{29,5-4,6}{65,5} = 0.38_0$	
	6	$\frac{16\frac{1}{2}-49\frac{1}{2}}{71}$	„	„	$\frac{33-4,6}{71} = 0,40_0$	
	7	$\frac{10^3/_4-30}{40}$	„	„	$\frac{19,3-4,6}{40} = 0,36_8$	
	8	$\frac{16-45}{63\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{29-4,6}{63,5} = 0,38_4$	
	9	$\frac{18\frac{1}{2}-46}{59\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{27,5-4,6}{59,5} = 0,38_5$	
	10	$\frac{13-34}{44\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{21-4,6}{44,5} = 0,36_9$	
	11	$\frac{11-32}{42\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{21-4,6}{42,5} = 0,38_6$	$0,38_2 \times 0,45 =$
					$G_{45} = \mathbf{0,38_2}$	$O_{45} = \mathbf{0,17_2}$

(Fortsetzung.)

C	Zelle	$\frac{l}{h}$	2 m	b	$\frac{l - 2\lambda m}{h} = G$	G × C = O
0,60 GM Rohrz	1	$\frac{23-44}{61}$	2×6	14½	$\frac{21-4,6}{61} = 0,26_9$	
	2	$\frac{15\frac{1}{2}-84\frac{2}{3}}{53}$	„	„	$\frac{19,2-4,6}{53} = 0,27_5$	
	3	$\frac{18-28}{36}$	„	„	$\frac{15-4,6}{36} = 0,28_9$	
	4	$\frac{10-28\frac{1}{2}}{47\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{18,5-4,6}{47,5} = 0,29_8$	
	5	$\frac{22-45\frac{1}{2}}{65\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{23,5-4,6}{65,5} = 0,28_8$	
	6	$\frac{21-46\frac{1}{2}}{71}$	„	„	$\frac{25,5-4,6}{71} = 0,29_4$	
	7	$\frac{12-28}{40}$ [1]	„	„	$\frac{16-4,6}{40} = 0,28_5$	
	8	$\frac{19-42}{63\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{23-4,6}{63,5} = 0,29_0$	
	9	$\frac{20-44}{59\frac{1}{2}}$ [2]	„	„	$\frac{24-2,5}{59,5} = [0,37]$	
	10	$\frac{15-37}{44\frac{1}{2}}$ [2]	„	„	$\frac{22-4,6}{44,5} = [0,89]$	
	11	$\frac{13-30\frac{1}{2}}{42\frac{1}{2}}$	„	„	$\frac{17,5-4,6}{42,5} = 0,30_4$	$0,28_7 \times 0,60 =$
					$G_{60} = \mathbf{0,28_7}$	$O_{60} = \mathbf{0,17_2}$

Die Resultate einiger gleicher Stufenversuche sind folgende:

Versuch 2, 19. V. 1916 (Einzelzelle)
$G_{30} = 0,54_4$, $G_{35} = 0,46_8$, $G_{40} = 0,40_9$, $G_{50} = 0,31_9$
$O_{30} = 0,16_3$, $O_{35} = 0,16_4$, $O_{40} = 0,16_1$, $O_{50} = 0,16_0$ GM.

Versuch 3, 19. V. 1916 (*Einzelzelle*)[3]
$G_{30} = 0,56_5$, $G_{35} = 0,48_6$, $G_{40} = 0,42_7$, $G_{50} = 0,34_2$
$O_{30} = 0,169_5$, $O_{35} = 0,17_0$, $O_{40} = 0,17_1$, $O_{50} = 0,17_1$ GM.

Versuch 4, 28. III. 1916 (*8 Zellen*)
$G_{40} = 0,59_4$, $G_{50} = 0,47_9$, $G_{60} = 0,39_6$
$O_{40} = 0,23_8$, $O_{50} = 0,23_9$, $O_{60} = 0,23_8$ GM. Rohrz.

Im Versuch 1 ergibt sich bei der ersten Messung der osmotische Mittelwert $O_{30} = 0,17_5$ GM, bei den weiteren Messungen $O_{35} = 0,17_3$ GM, $O_{45} = 0,17_2$ GM, $O_{60} = 0,17_2$ GM. Die unabhängig bestimmten Werte differieren nur um 3 Einheiten der dritten Stelle oder um ca. 2 %. Nicht viel weniger genau stimmen die Produkte C × G für jede Einzelzelle.

1) Die Rundung der Menisci nicht mehr ganz gleichmäßig.
2) Die Protoplaste schwer geschädigt, die Konturen unregelmäßig.
3) Vers. 2 u. 3 sind in der ausführlichen Mitteilung abgebildet.

Die Resultate gewinnen durch diese wechselseitige Bestätigung den Charakter großer Zuverlässigkeit, die sich übrigens durch weitere Kontrollmessungen noch beliebig steigern läßt. Was die Genauigkeit der plasmolytisch-volumetrischen Wertbestimmung betrifft, so überragt sie, wie man sieht, bedeutend die der grenzplasmolytischen Methode für gleiche Objekte, in unserem Beispiel schätzungsweise um das 5fache.

Daß die Bedingungen unserer Gl (5) $O = C \cdot G$ — nämlich volle Semipermeabilität, volles Gleichgewicht und Intaktheit der Protoplaste — erfüllt gewesen sein müssen, das dürfen wir in Fällen, wo so vollkommene Proportionalität zwischen den Graden der Plasmolyse besteht, wohl annehmen[1].

Die außerordentliche Übereinstimmung zeigt aber weiter auch noch, daß verschiedene Bedenken, die gegen das Grundprinzip unserer Methode möglich wären, in der Praxis nicht zur Geltung gelangen. Um ein solches zu nennen: Wir nahmen in Gl (5) $O = C \cdot G$ seit Beginn stillschweigend an, daß Proportionalität zwischen der Konzentrationszunahme der durch die Plasmolyse verdichteten Zellsaftstoffe und ihrer osmotischen Wirksamkeit bestehe, daß also das BOYLE-MARIOTTE-VAN't-HOFF'sche Gesetz innerhalb der verglichenen Konzentrationen C und O voll gelte, — wir sahen ab (wenn wir zunächst an Rohrzucker als Plasmolytikum denken) von den Abweichungen, welche durch Unterschiede im Jonisationsgrade eventuell vorhandener dissoziierender Zellsaftbestandteile entstehen könnten. Nun lehrt zwar schon eine Überschlagsrechnung, daß der so veranlaßte Fehler nur sehr klein sein könnte; die Proportionalitätsversuche bestätigen diese Erwartung. —

1) Bei mehreren sehr genauen, im Winter angestellten Stufenversuchen mit Tradescautia und Rohrzucker fand ich den Wert bei den späteren Ablesungen niedriger als am Beginn. Z. B.

Versuch 5, 19. X. 1917 (9 Zellen) $\begin{cases} G_{30} = 0{,}72_{86},\ G_{40} = 0{,}53_{27},\ G_{50} = 0{,}40_{05},\ G_{60} = 0{,}33_{86}, \\ O_{30} = 0{,}21_{86},\ O_{40} = 0{,}21_{90},\ O_{50} = 0{,}20_{02},\ O_{60} = 0{,}20_{02}\ \text{GM.} \end{cases}$

Versuch 6, 19. X. 1917 (12 Zellen) $\begin{cases} G_{35} = 0{,}54_{9},\ G_{40} = 0{,}47_{5},\ G_{50} = 0{,}35_{9},\ G_{60} = 0{,}29_{6}, \\ O_{35} = 0{,}19_{2},\ O_{40} = 0{,}18_{9},\ O_{50} = 0{,}17_{9},\ O_{60} = 0{,}17_{8}\ \text{GM.} \end{cases}$

Versuch 7, 7. XII. 1917 (10 Zellen) $\begin{cases} G_{30} = 0{,}74_{48},\ G_{40} = 0{,}54_{21},\ G_{50} = 0{,}41_{96},\ G_{60} = 0{,}34_{57}, \\ O_{30} = 0{,}22_{34},\ O_{40} = 0{,}21_{68},\ O_{50} = 0{,}20_{98},\ O_{60} = 0{,}20_{74}\ \text{GM.} \end{cases}$

Versuch 8, 7. XII. 1917 (13 Zellen) $\begin{cases} G_{30} = 0{,}72_{5},\ G_{40} = 0{,}51_{6},\ G_{50} = 0{,}41_{5},\ G_{60} = 0{,}31_{7}, \\ O_{30} = 0{,}21_{75},\ O_{40} = 0{,}20_{64},\ O_{50} = 0{,}20_{77},\ O_{60} = 0{,}19_{02}\ \text{GM.} \end{cases}$

Vermutlich sinkt der Wert, weil Inhaltsstoffe der Zellen während des Versuches exosmieren (der Zellsaft ist im Winter konzentrierter als im Sommer). Doch scheint mir auch eine ganz andere Deutung möglich. Die Versuche sind nicht abgeschlossen.

Da die vorliegende Mitteilung nur dem Prinzip der Methode gilt und da hier nicht die Arten der Anwendung und die bisher schon gewonnenen Resultate im Einzelnen aufgezählt werden sollen, so versage ich es mir, die Rolle der Proportionalitätsversuche für andere Fragen außer der osmotischen Größenbestimmung an Beispielen vorzuführen. Ich will nur noch eines andeuten: Ist für ein bestimmtes Objekt und einen plasmolysierenden Stoff die normale Proportionalität der Plasmolyse durch Versuche in hinreichender Zahl erhärtet, dann sind auch Abweichungen von eben dieser Proportionalität, wenn sie im Einzelfall begegnen, nicht ohne Interesse. Sind doch solche nur möglich, wenn die Permeabilitätsverhältnisse nicht mehr die ursprünglichen sind, wenn stoffliche Umsetzungen im Protoplasten Platz gegriffen haben oder *wenn das Plasma nicht mehr im Vollbesitze seiner Plastizität*, d. h. seiner Fähigkeit ist, sich aufs osmotische Gleichgewicht einzustellen. Gerade hier, in der Aufdeckung und Charakterisierung zellpathologischer Zustände, liegt ein weites Arbeitsfeld der plasmolytisch-volumetrischen Methode. Die Proportionalität im Grade der Plasmolyse beweist normales Formänderungsvermögen und normale Undurchlässigkeit und ist hierin ein Kennzeichen für die Intaktheit der Protoplaste. Wie die Plasmolysierbarkeit eine „Lebensreaktion" für Pflanzenzellen darstellt, so darf die Proportionalität der Plasmolyse vielleicht im angedeuteten Sinne geradezu als „Gesundheitsreaktion" gelten, wenn dieser allgemeine Ausdruck in der speziellen Bedeutung normaler Semipermeabilität und Plastizität zulässig erscheint.

5. Einfluß des Wandprotoplasmas.

Nicht überall stimmen die in verschiedenen Konzentrationen enthaltenen osmotischen Werte so gut überein wie im Normalfall für die betrachteten Tradescantiazellen. Bei vielen Objekten erhielt ich Abweichungen folgender Art: Wenn die Zellen aus schwächeren stufenweise in immer stärkere Lösungen gebracht werden, dann fallen die aus den verschiedenen Plasmolysegraden gefundenen Werte für O nicht ganz gleich aus, sondern sie bilden annähernd eine aufsteigende Reihe.

So berechnete ich an den tiefvioletten Zellen der Stengelepidermis von *Gentiana germanica* s. l.[1]) — nebenbei bemerkt einem

1) Ich arbeitete mit frischen Freilandpflanzen in Ramsau bei Schladming in Steiermark (nördl. Kalkalpen). Meine Versuchspflanze, und ebenso die im vorigen Heft dieser Ber., S. 658, Fußnote, erwähnte, gehört innerhalb des Formenkreises von *Gentiana germanica* Willd. s. l. (richtiger von *G. polymorpha*

wunderschönen Schauobjekt für Plasmolyseversuche — in einem bestimmten Fall, wo benachbarte Schnitte gleichlang in 0,35, 0,40, 0,45, 0,50 GM KNO_3 plasmolysiert worden waren,

$O_{35} = 0{,}32_2$ GM, $O_{40} = 0{,}32_6$ GM, $O_{45} = 0{,}33_6$ GM, $O_{50} = 0{,}34_4$ GM KNO_3.

Ähnlich verhielten sich *Spirogyra*[1]) und verschiedene andere Objekte sowohl in Salz- wie in Rohrzuckerlösungen.

Der Befund war anfangs überraschend. Heute glaube ich ihn etwa so erklären zu sollen.

Wir haben bisher vorausgesetzt, daß der gesamte Protoplast sein Volumen umgekehrt proportional der Außenkonzentration verkleinere. In Wahrheit dürfte wohl ausschließlich, oder doch ganz vorwiegend, nur dem Zellsaft Wasser entzogen werden. Das Wandprotoplasma (mitsamt seinen Einschlüssen und dem Zellkern) dürfte, so lange es bei der Plasmolyse intakt bleibt, seinen Quellungszustand wahrscheinlich gar nicht[2]) oder wenn schon, so doch sicher nur in recht geringem Maße ändern.

Wenn dem so wäre, dann müßte aber unsere Grundgleichung $O = C \cdot G$ offensichtlich auf zu hohe Werte führen, und zwar wird der Fehler, die Differenz zwischen dem unkorrigierten und dem wahren osmotischen Wert, wie eine einfache Rechnung lehrt[3]),

Wettst.) nicht, wie ich erst irrig annahm, zu *G. anisodonta* Borb., sondern zu *G. Sturmiana* A. et J. Kerner, worauf Herr Hofrat R. v. WETTSTEIN mich gütigst hinwies.

1) Für *Spirogyra* macht LEPESCHKIN (Diese Ber., Bd. 27, 1909, S. 140, Fußnote) die interessante Bemerkung: „Die Konzentration der Außenlösung ist ja dem Protoplastenvolum nicht genau umgekehrt proportional."

2) Nach LEPESCHKIN: Diese Ber., Bd. 28, 1910, S. 102, 384.

3) In einer Zelle sei das Plasma $p = {}^1/_5$ vom Protoplasten; der wahre osmotische Wert, den wir nicht kennen und bestimmen wollen, sei 0,30 GM Rohrz. Wir plasmolysieren die Zelle in 0,40 GM. Der Zellsaftraum, $1 - p = {}^4/_5 = 0{,}80$, verkleinert sich hier auf drei Viertel seines Anfangsvolumens, das Plasma $p = {}^1/_5$ bleibt konstant. Dann werden wir als Grad der Plasmolyse messen $G_{40} = 0{,}80 \times {}^3/_4 + 0{,}20 = 0{,}80$. — Würden wir hieraus direkt den osmotischen Wert berechnen wollen, so erhielten wir $O_{40} = C \cdot G_{40} = 0{,}40 \times 0{,}80 = 0{,}32$ GM; der Wert wäre zu hoch. — Allgemein wird der Grad

$$G_C = (1 - p)\frac{O}{C} + p \qquad (7)$$

und der unkorrigierte osmotische Wert

$$O_C = G_C \cdot C = p\,(C - O) + O \qquad (8)$$

daraus folgt Gl (9).

Sollten spätere Untersuchungen etwa ergeben, daß das gesunde Plasma bei der Plasmolyse doch seine Quellung ändert, so wäre in Gl (7) auch das zweite Glied rechts, p, mit einem Faktor α zu multiplizieren, welch letzterer aber voraussichtlich sich recht wenig von 1 unterscheiden wird.

umso größer werden, je stärker hypertonisch die Außenlösung und je größer der Anteil des Plasmas (samt Kern und Einschlüssen) am Gesamtvolum des Protoplasten ist. — Bei der Annahme voller Volumkonstanz des Plasmas während der Plasmolyse muß die Beziehung gelten:

$$O_C - O = \Delta O = p\,(C - O) \qquad (9)$$

wo p den Anteil des Plasmas am Protoplastenvolum in der turgorlosen Zelle, C die Außenkonzentration, O_C den unkorrigierten, direkt nach der Gl $O = C \cdot G$ berechneten osmotischen Wert und O ohne Index den wahren Wert bedeutet. Die an O anzubringende „Protoplasmakorrektur" Δ O, wie ich sie nennen will, wächst also direkt proportional mit der Größe p und die Differenz (C — O). Wollte man den wahren Wert O aus C, G und p unmittelbar ausrechnen, so hieße die Gleichung

$$O = C\,\frac{G - p}{1 - p} \qquad (10)$$

Weitere Gleichungen für die Beziehungen zwischen C, G, O_C, O und p sind, wenn man sie braucht, leicht abzuleiten.

Kennt man die Größe p nicht, so findet man, wenn die unkorrigierten Werte eine arithmetische Reihe bilden, den wahren Wert durch Verlängerung der Reihe nach unten. Hätte man z. B. in einem Proportionalitätsversuch gefunden: $O_{35} = 0{,}31$, $O_{40} = 0{,}32$, $O_{45} = 0{,}33$, $O_{50} = 0{,}34$ GM, so wäre der wahre osmotische Wert einfach O = 0,30 GM. Auch p läßt sich aus einer solchen Reihe schätzen.

Zellen mit dünnem Wandplasma, wie die von mir verwendeten *Tradescantia*zellen, bieten nun, wie ersichtlich, für allgemein plasmolytische Versuche die Bequemlichkeit, daß die Protoplasmakorrektur vernachlässigt werden darf; wenn p sehr klein wird, geht Gl (10) in unsere alte Gl (5) $O = C \cdot G$ über. —

Der Einfluß des Protoplasmas ist bei osmotischen Größenbestimmungen bisher wenig beachtet worden[1]). Wenn aber die

---

1) PFEFFER (Zur Kenntnis der Plasmahaut u. Vacuolen, 1890, S. 297 f.) hat, wie bekannt, den Anteil des Wandprotoplasmas am Turgordruck, dem Gesamtdruck, den der Zellinhalt auf die Zellwand übt, geklärt, indem er den Turgordruck in die ihn zusammensetzenden Kräfte zerlegte: den osmotischen Druck des Zellsaftes, den Zentraldruck des Plasmas, den Quellungsdruck und den osmotischen Druck der im Plasma gelösten Stoffe. Von diesen vier Komponenten kommen die zwei letztgenannten, wie PFEFFER ausführt, in vakuolisierten Zellen, da sie gleichstark nach außen und innen wirken, nicht zur Geltung und auch der Zentraldruck des Plasmas wird für Zellen größerer Dimension sehr klein im Verhältnis zum osmotischen Druck des Zellsaftes. (Vgl. auch LEPESCHKIN. Diese Ber., Bd. 26a, 1908, S. 201.) — Bei unserer obigen Betrachtung handelt es sich um etwas anderes, um den Einfluß des Plasmas für die Beurteilung des osmotischen Zellsaftwertes.

Annahme, daß es in der Regel seinen Quellungszustand nicht ändert auch für die Erscheinungen an turgeszenten Zellen richtig ist, dann wird dieser Umstand künftig auch im Hinblick auf die übliche Volumkorrektur, wo größere Genauigkeit wünschenswert, zu berücksichtigen sein (in der ausführlichen Arbeit habe ich auf diesen Punkt noch nicht hingewiesen). Eine Zelle habe z. B. im entspannten Zustand den osmotischen Wert $O = 0{,}60$ GM Rohrz. im turgeszenten Zustand sei sie $^4/_3$ mal so groß als im turgorlosen (es sei der Grad der Turgordehnung, wie wir vielleicht sagen dürften, $G_t = {}^4/_3$. Dann berechnet man den osmotischen Wert O_t nach der üblichen Art $O_t = O : G_t = 0{,}60 : {}^4/_3 = 0{,}45$ GM. Ich möchte nun die Aufmerksamkeit darauf lenken, daß dies für plasmareiche Zellen nicht ganz richtig ist. Wäre das Plasma z. B. ein Drittel vom entspannten Zellraum ($p = {}^1/_3$), so würde der wahre turgeszente Wert — wenn wirklich auch die Turgordehnung allein durch Volumvermehrung des Zellsaftes, nicht des Plasmas bewirkt wird — kleiner anzunehmen sein, und zwar wäre im gewählten Beispiel, wie eine Rechnung, analog der früheren, lehrt[1]) $O_t = 0{,}40$ GM Rohrz. Man erkennt, daß für noch saftärmere Zellen dieser Einfluß für die Berechnung des turgeszenten Wertes ganz beträchtlich werden kann, desgleichen übrigens auch für die Beurteilung der aktiven Saugkräfte, die in lebenden turgeszenten Zellen ihren Sitz haben[2]). — Der Unterschied zwischen dem osmotischen Wert im turgeszenten und entspannten Zustande wird *also für plasmareiche Zellen* nach unserer Ueberlegung größer als der einfachen Volumverminderung bei Turgorverlust entspricht, größer als er in so zahlreichen Arbeiten der letzten zwei Jahrzehnte angenommen worden ist. Die Protoplasmakorrektur liefert auch hier ein Maß. Dies verleiht ihr ein gewisses weiteres Interesse über den Gebrauch bei plasmolytisch-volumetrischen Messungen hinaus. —

1) Unserer Grundgleichung für plasmolytische Zellen $O = C \cdot G$ entspricht für die turgeszente *Zelle* die Gl $O = O_t \cdot G_t$ (*11*), wenn O *der osmotische* **Wert** der entspannten, O_t derjenige der turgeszenten Zelle und G_t der Grad der Turgordehnung ist. Daher ist $O_t = \frac{O}{G_t}$ (12). Ist nun p wieder der Anteil des volumkonstanten Plasmas am entspannten Zellraum, so folgt genau wie früher, der Gl (10) entsprechend,

$$O = O_t \frac{G_t - p}{1 - p} \quad (13) \qquad \text{und} \qquad O_t = O \frac{1 - p}{G_t - p} \quad (14)$$

Wenn in unserm Beispiel der Grad der Turgordehnung $G_t = {}^4/_3$, der wahre entspannte osmotische Wert $O = 0{,}60$ GM und der Plasmaanteil $p = {}^1/_3$ bekannt sind, *so erhalten wir nach* Gl (14) $O_t = 0{,}60 \frac{1 - {}^1/_3}{{}^4/_3 - {}^1/_3} = 0{,}40$ GM.

2) URSPRUNG und BLUM, Diese Ber., Bd. 34, 1916, S. 436.

Im Anschluß sei endlich noch eine allgemeine *Bemerkung* gestattet.

Man wird vielleicht zur Frage geneigt sein, ob denn die Mühe, *welche die hier beschriebene Methode* gerade *auf genaue* osmotische Wertbestimmung für entspannte Zellen aufwendet, sich überhaupt lohne; da doch in der Natur die lebenden Zellen meist gewisse Turgordehnung aufweisen und der turgeszente Wert meist doch nicht mit gleicher Schärfe meßbar sein wird. Nun haben URSPRUNG und BLUM ein Verfahren von prinzipieller Wichtigkeit ausgearbeitet[1]), für lebende Gewebszellen den Grad der Turgordehnung durch vergleichende Messung in Paraffinöl, wo das Zellvolum ungeändert bleibt, und in hypertonischer Lösung, wo Entspannung eintritt, zu bestimmen; ferner läßt sich die Protoplasmakorrektur nach Proportionalitätsversuchen wenigstens beiläufig einschätzen[2]), so daß im Prinzip auch der genauen Wertung turgeszenter Zellen nichts mehr im Wege steht. Die Ausführung kann *sich* freilich schwieriger *gestalten*.

Hierzu sei folgendes bemerkt: Ich glaube in der Tat, daß für die meisten physiologischen Zwecke durch genaue Kenntnis des *osmotischen Wertes O der entspannten Zelle schon sehr viel* gewonnen ist. Ja, ich möchte einen Schritt weitergehen und den Vorschlag machen, geradezu in der Norm osmotische Zellwerte auf den turgorlosen Zustand zu beziehen, oder, wo turgeszente Werte zu betrachten sind, wie z. B. bei Fragen der Wasserbilanz und der Saugkraft, doch neben ihnen auch den Wert im Moment der Entspannung anzugeben. Dieser stellt sozusagen einen natürlichen Normalpunkt, einen Ruhepunkt zwischen Turgeszenz und Plasmolyse dar (nach unserer Bezeichnung wird hier $G = 1$, bei Plasmolyse ist $G < 1$, bei Turgeszenz ist $G_t > 1$). — Der Konzentrationswert O_t ändert sich bei der kleinsten Wasserverschiebung. Der Wert O (ohne Index) für die entspannte Zelle hat — wenn auch die Untersuchungen von URSPRUNG und BLUM die weite Verbreitung osmoregulatorischer Vorgänge in der Natur recht deutlich vor Augen geführt haben — doch immerhin zu gegebener Zeit noch eher den Charakter einer Konstanten. Die Größe O beschreibt die Zelle vom chemischen Gesichtspunkt. An ihr kann weder Wassersättigung noch Turgorverlust, noch bloße Plasmolyse etwas ändern, sondern nur stoffliche, chemische Umsetzungen im Inneren des Zelleibes. Andererseits ist ja der osmotische Zustand einer turgeszenten Zelle allein durch die Angabe

---

1) l. c., 1. Methode der Saugkraftbestimmung.

2) Bessere Wege zur Bestimmung von p werden unschwer zu finden sein.

des turgeszenten Wertes gar nicht eindeutig bestimmt, wenn nicht von den zwei Komponenten, der Turgordehnung G_t und dem entspannten Wert O, wenigstens die eine bekannt ist. Dazu kommen die Vorteile der einfachen Messung und der hohen erreichbaren Genauigkeit. So wird man wohl, meine ich, die osmotischen Qualitäten pflanzlicher Zellen am besten durch die Angabe des Wertes O im entspannten Zustande (für G = 1) charakterisieren, ähnlich etwa wie man in der Physik, um einen naheliegenden Vergleich zu gebrauchen, übereingekommen ist, bei Messungen an Gasen, damit sie vergleichbar werden, die Volumina auf einen „Normalzustand“ von 760 mm Quecksilberdruck und 0 ° Temperatur zu reduzieren.

Zusammenfassung.

1. Das Neue an der plasmolytisch-volumetrischen Methode ist, daß sie zum Zweck der osmotischen Wertbestimmung neben schwächster, eben wahrnehmbarer Grenzplasmolyse auch die stärkeren Formen der Plasmolyse betrachtet: Wenn z. B. in einer Lösung von 0,60 GM Rohrzucker der Protoplast nach Eintritt osmotischen Gleichgewichtes drei Viertel vom Zellraum ausfüllt, so folgt daraus, daß vor der Plasmolyse der osmotische Wert der (entspannten) Zelle $0{,}60 \times {}^3/_4 = 0{,}45$ GM Rohrz. war.

2. Die Maßzahl fürs Volumverhältnis zwischen den plasmolysierten Protoplasten und dem Innenraum der (entspannten) Zelle wird als „Grad der Plasmolyse“ bezeichnet. Sie ist für zylindrische Zellen unschwer zu bestimmen. Ist G der Grad der Plasmolyse und C die Außenkonzentration, so findet man, falls die Plasmolyse endgültig und normal ist, den osmotischen Wert O nach der Gleichung

$$O = C \cdot G$$

3. Durch Kontrollmessungen des Grades G in verschieden stark hypertonischen Lösungen kann der osmotische Wert für individuelle Einzelzellen mit voller Sicherheit und großer Genauigkeit ermittelt werden.

4. Abgesehen von der osmotischen Wertung ermöglicht die plasmolytisch-volumetrische Methode[1]) auch zum ersten Mal eine objektive, zahlenmäßige Beschreibung stärkerer Plasmolysegrade.

1) Ich schreibe volumetrisch und nicht volummetrisch oder volumenometrisch, was vielleicht sprachlich korrekter wäre. Sollte die Methode sich in der Pflanzenphysiologie das Bürgerrecht erwerben, dann wird sie vielleicht späterhin, an Stelle des jetzigen etwas schwerfälligen Namens, kürzer als **plasmometrische Methode** zu bezeichnen sein.

Auch an dieser Stelle sei es mir erlaubt, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrat Prof. Dr. HANS MOLISCH für dauernde Führung und Förderung den wärmsten, ergebensten Dank auszusprechen.

---

73. A. Schulz: Über praehistorische Reste des Einkorns (Triticum monococcum L.) und des Spelzes (Tr. Spelta L.) aus Süddeutschland.

Eingegangen am 26. Dezember 1917.

Vor einiger Zeit habe ich von dem ersten Vorsitzenden des Historischen Vereins für Forchheim (in Bayern) und Umgebung, Herrn Prof. Dr. H. RÄBEL in Forchheim, eine größere Menge — 1 bis 2 Liter — von verkohlten Getreideresten zur Untersuchung erhalten, die Herr Prof. RÄBEL auf der ungefähr eine Stunde südlich von Forchheim gelegenen Ehrenbürg, einem rund 550 m hohen, sich mit steilen Felswänden des Weissen Juras 280 m aus dem Tale der an seinem Fuße vorüberfließenden Wiesent, des Hauptflusses der Fränkischen Schweiz, erhebenden Berge, der durch seine langjährigen Forschungen als einer der hervorragendsten prähistorischen Orte bekannt geworden ist, gesammelt hat.[1] Die Fundstelle befindet sich unmittelbar am Westrande des Südteils des Bergplateaus, unweit der Stelle, wo die von dem Dorfe Schlaifhausen auf den Berg führende Fahrstraße das Bergplateau erreicht. Die Getreidereste bildeten hier, mit Holzkohle vermischt, eine ungefähr 5 cm dicke Schicht auf dem Lehmschichtbelag einer durch Feuer zerstörten Siedelung aus der Zeit der Hallstattstufe A, die unmittelbar unter der Sohle des Ringwalles lag. An diese Siedelung schlossen sich in südlicher Richtung frühlatenezeitliche Siedelungen an.

Die meisten Reste sind Nacktweizenfrüchte. Die von *diesen Früchten, die nicht durch Druck gelitten haben* — durch die Verkohlung scheint die Gestalt der Früchte meist nicht ver-

---

1) Für die Überlassung des Materiales zur Untersuchung sowie für die eingehenden Mitteilungen über Lage und Alter der Fundstelle spreche ich Herrn Prof. Dr. RÄBEL auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aus.

ändert zu sein —, haben eine gleichmäßig, aber flach gewölbte Rückenseite und eine ziemlich breite und tiefe Bauchfurche; die Hälften ihrer Bauchseite sind meist gewölbt. Sie sind ungefähr in der Mitte am breitesten und verschmälern sich von hier gekrümmt meist wenig nach den Enden, an denen sie breit abgerundet, oder, vorzüglich am oberen Ende, abgestutzt sind. Ihre Größe ist recht verschieden. Die meisten sind 5—8 mm lang, ungefähr 3—3$^1/_2$ mm, selten bis 4 mm breit, und ungefähr 2—2$^1/_2$ mm, selten etwas darüber, dick. Spelzeneindrücke fehlen meist. Es ist recht wahrscheinlich, daß diese Nacktweizenfrüchte Früchte von *Triticum vulgare* Vill., Kcke. sind. Es kommen in der Probe jedoch auch einzelne wesentlich kleinere Nacktweizenfrüchte vor, die 4—5 mm lang und 3—3$^1/_2$ mm breit sind. Sie gehören vielleicht zu *Tr. compactum* Host.

Außer den Nacktweizenfrüchten enthält die Probe aber auch eine größere Anzahl Spelzweizenreste. Die meisten von diesen sind sicher Früchte des Eingrannigen oder Gewöhnlichen Einkorns, *Triticum monococcum* L. *monather* A. Schulz. Sie gleichen in der Gestalt den Früchten der heute in Süddeutschland angebauten Form des Eingrannigen Einkorns *Tr. monococcum (monather) Hornemanni* Clem., Kcke., doch sind sie meist wesentlich kleiner als die mir vorliegenden in den letzten Jahren in verschiedenen Gegenden Württembergs geernteten Früchte dieser Form. Sie sind wie die heutigen Früchte stark von den Seiten her zusammengedrückt, so daß sie manchmal fast eine Rückenkante haben. Infolge hiervon ist ihre Dicke erheblicher als ihre Breite, die durchschnittlich 2$^1/_2$ mm, selten etwas mehr mißt, während die größte Dicke der Früchte, die in deren Mitte oder ein wenig unterhalb von dieser liegt, von wo sie sich nach den Enden, die oft recht spitz sind, verschmälern, meist 3 mm oder etwas mehr beträgt. Wie bei den heutigen Früchten schwankt die Breite und Tiefe der Bauchfurche, manchmal ist die Furche kaum wahrnehmbar; und wie bei ihnen ist die Bauchseite sehr ungleichmässig ausgebildet und teils stärker, teils weniger stark gerundet. Die Länge der Früchte beträgt meist 5$^1/_2$—6 mm. Die Früchte haben vielfach recht deutliche Spelzeneindrücke. Außer den Früchten des Einkorns fanden sich in der Probe auch einige Reste von Hüllspelzen des Einkorns, die noch paarweise mit dem sie tragenden Aehrchenachsenstücke verbunden sind, an dem Reste des dieses Aehrchen tragenden Aehrenachsengliedes sowie des zu dem nächst höheren Aehrchen gehörenden Aehrenachsengliedes haften. Alle diese Teile, vor allem die Hüllspelzenreste,

gleichen so sehr den entsprechenden Teilen heutiger Einkornähren, daß sich wohl nicht bezweifeln läßt, daß sie zu diesem Getreide gehören. *Auffällig ist freilich die im Gegensatz zu den zahlreichen* Einkornfrüchten der Probe sehr geringe Anzahl der Spelzenreste. Es ist aber m. E. nicht ausgeschlossen, daß fast alle Einkornfrüchte der Probe schon vor ihrer Verkohlung gegerbt, d. h. entspelzt waren, und daß die wenigen Spelzenreste der Probe von wenigen reifen Vesen und einigen unreifen Aehren — oder nur von solchen — stammen, die sich unter dem Getreide befanden. Für die Annahme, daß fast alle Früchte vor ihrer Verkohlung nicht mehr von ihren Spelzen umschlossen waren, spricht ihr meist guter Erhaltungszustand; während sich daraus, daß an dem die Spelzenreste tragenden Achsenreste Reste des zu dem nächst höheren Aehrchen gehörenden Aehrenachsengliedes hatten, schließen läßt, daß die Aehren, von denen diese Reste stammen, bei ihrer Verkohlung unreif waren, weil sonst die Aehrenachsen in ihre einzelnen Glieder zerfallen wären. Es ist aber auch möglich, daß die Probe ursprünglich viele Reste von Hüllspelzen und Achsen des Einkorns enthielt, daß diese jedoch fast alle dadurch, daß Herr Prof. Dr. RÄBEL das Getreide auf Rat des staatlichen Grabungstechnikers gewaschen hat, verloren gegangen sind.

Das Einkorn ist aber nicht der einzige Spelzweizen der Probe, es kommen in dieser vielmehr auch noch Reste einer anderen Spelzweizenform vor. Die wichtigsten von diesen sind zwei Früchtepaare. Die Früchte jedes Paares liegen mit ihren Bauchseiten fest *aufeinander und sind an der Basis von durch* Achsenreste zusammengehaltenen Hüllspelzenresten umschlossen. Die Früchte sind recht ungleich hoch inseriert, so daß die eine die andere wesentlich überragt. Sie sind von den Seiten her zusammengedrückt, doch bedeutend weniger als die Einkornfrüchte der Probe, die auch wesentlich kleiner sind; ihre Rückenseite ist aber viel steiler gewölbt als die der — zu *Triticum vulgare* gehörenden — Nacktweizenfrüchte der Probe. Die beiden Früchtepaare gleichen im Aussehen, das eine Paar auch in der Größe — das andere ist etwas kleiner —, vollständig den entsprechenden Teilen von Aehren des Spelzes, *Tr. Spelta* L., die im vorigen Jahre in Württemberg geerntet worden sind. Bei dem einen, dem größeren, der Paare haftet an dem den Aehrchenrest tragenden Reste der Aehrenachse noch ein Stück des zu dem nächst höheren Aehrchen gehörenden Gliedes dieser Achse. Es gleicht in der Grösse, der Gestalt, der Stellung und der Art, wie es mit dem das Aehrchen tragenden Aehrenachsenreste verbunden ist, vollständig

einem entsprechenden Achsenteile des Spelzes. Ich bin deshalb überzeugt, daß die beiden Früchtepaare Spelzreste sind.[1]) Ausser den beiden Früchtepaaren fand ich in der Probe auch noch zwei Einzelfrüchte, an deren Basis Hüllspelzenreste haften. Sie gleichen vollständig Hälften des größeren der soeben beschriebenen Früchtepaare und sind ohne Zweifel aus entsprechenden Früchtepaaren — des Spelzes — durch Zerfall hervorgegangen. Spelzfrüchte ohne ihnen anhaftende Hüllspelzenreste habe ich in der Probe nicht mit Sicherheit nachweisen können. Wahrscheinlich fehlen jedoch in dieser solche nicht, sie sind aber wohl durch die Verkohlung so beschädigt und verändert, daß sie sich nicht sicher von beschädigten Nacktweizenfrüchten unterscheiden lassen. Auch die beiden erwähnten Einzelfrüchte sind durch die Verkohlung so verändert, daß man sie, wenn nicht an ihnen die Spelzenreste hafteten, und wenn nicht die beiden Früchtepaare, deren Früchte übrigens auch durch die Verkohlung sehr gelitten haben, zum Vergleich vorlägen, wohl nicht für Spelzfrüchte, ja nicht einmal für Spelzweizenfrüchte halten würde. Darauf, daß die Probe außer den von mir als Spelzfrüchte bezeichneten Früchtepaaren und beiden Einzelfrüchten noch andere Spelzfrüchte enthielt, läßt sich daraus schließen, daß sich in ihr mehrere Reste von Hüllspelzen befanden, die paarweise an der Basis durch Achsenreste verbunden sind; bei einigen sitzen an diesen Achsenresten noch Reste des zu dem nächst höheren Aehrchen gehörenden Gliedes der Aehrenachse. Diese Hüllspelzen- und Achsenreste gleichen vollständig den vorhin beschriebenen mit den Früchtepaaren verbundenen und gehören offenbar wie sie zum Spelz. Wahrscheinlich befanden sich in dem Getreide, als es verkohlte, einige unreife Spelzähren. Dies erkennt man daran, daß, wie soeben dargelegt wurde, an einem Teile der die Reste der Hüllspelzen verbindenden Achsenreste Reste des zu dem nächst höheren Aehrchen gehörenden Aehrenachsengliedes haften. Diese Erscheinung könnte leicht zu der Annahme verleiten, daß diese und die übrigen von mir für Spelzreste gehaltenen Reste Reste eines Nacktweizens der Dinkelreihe des Weizens[2]) seien, doch widerspricht einer solchen Annahme die Beschaffenheit der beschriebenen Früchtepaare, die nur Spelzfrüchte sein können. Dagegen stammen vielleicht die Spelzenreste, an denen

1) Zum Emmer, *Tr. dicoccum* Schrank, können diese Reste nicht gehören, da seine Früchte stärker von den Seiten her zusammengedrückt sind und seine Aehrenachsen und Hüllspelzen anders aussehen.

2) Vergl. hierzu A. SCHULZ, Geschichte der kultivierten Getreide, Bd. 1 (Halle 1913) S. 21—22.

keine Reste des zu dem nächst höheren Aehrchen gehörenden Aehrenachsengliedes haften, wenigstens teilweise, von reifen Spelzvesen.

Bisher scheinen in Deutschland mit Sicherheit weder bronzezeitliche noch *prähistorisch-eisenzeitliche Einkornreste* nachgewiesen worden zu sein; auch neolithische Reste scheinen nur an einer Stelle, bei Schussenried in Württemberg, gefunden worden zu sein.[1]) C. KÜMPEL[2]) will freilich am Kleinen Gleichberge bei Römhild im Herzogtum Sachsen-Meiningen in einer Wohn- oder Vorratsgrube, *die wahrscheinlich*[3]) aus der Latenezeit stammt — er hielt sie für bronzezeitlich —, Einkornfrüchte gefunden haben, doch ist die Bestimmung dieser Früchte, die von BRAUNGART in München stammt, wohl nicht ganz sicher. Sichere prähistorische Reste des Spelzes scheinen bisher nur in zwei bronzezeitlichen Pfahlbauten der Westschweiz, auf der Petersinsel und *bei Möringen im Bielersee*[4]), *gefunden worden zu sein.* C. KÜMPEL[5]) will Spelzreste allerdings auch in der erwähnten, wahrscheinlich aus der Latenezeit stammenden Siedelung am Kleinen Gleichberg gefunden haben. Wenn diese Reste richtig bestimmt sind — die Bestimmung stammt ebenfalls von BRAUNGART —, und wenn die Siedelung, in der sie gefunden sind, sicher der Latenezeit angehört, *so würde der Spelz in der prähistorischen Eisenzeit offenbar in* einem bedeutenden Teile Süddeutschlands, vielleicht vom Thüringerwalde bis zur Schweiz, angebaut worden sein. Das ist aber wohl sicher, daß der Spelz schon vor der Einwanderung und Ausbreitung der Alemannen in Süddeutschland, die im dritten Jahrhundert n. Chr. begann, hier angebaut worden ist. Damit ist *natürlich nicht gesagt, daß ihn die Alemannen nicht schon vor ihrer*

---

1) Vergl. JOH. HOOPS, Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum (Straßburg 1905) S. 301 und 320; sowie Ders., Reallexikon der germanischen Altertumskunde, Bd. 1 (Straßburg 1912) S. 541—542; A. SCHULZ, a. a. O. S. 23—24.

2) C. KÜMPEL, *Ein Zerealienfund vom kleinen Gleichberg bei Römhild (ohne Ort und Jahr), mit einer Tafel. Ich kenne diese Schrift nur aus der Abhandlung von* HUGO MÖTEFINDT, *Zerealienfunde vorgeschichtlicher Zeit aus den thüringisch-sächsischen Ländern,* Naturw. Wochenschrift, Bd. 29 (Jena 1914) S. 294—297 (295—296).

3) Nach H. MÖTEFINDT, a. a. O. S. 295.

4) Vergl. C. SCHRÖTER in H. MOOS, Die landwirtschaftliche Schule des eidgen. Polytechnikums in Zürich, Bericht über die Wege und Ziele der neuern Entwicklung der Anstalt (Zürich 1910) S. 61, sowie Fig. 5 der Tafel; vergl. allerdings auch JOH. HOOPS, Waldbäume u. Kulturpflanzen, S. 303.

5) A. a. O.

Einwanderung in Süddeutschland angebaut, sondern erst in diesem Lande kennen gelernt hätten.[1])

Außer den Weizenresten fand ich in der Probe auch einige Saatgerstenfrüchte. Da an diesen nur noch kleine Reste der Spelzen haften, so läßt sich nicht sagen, zu welcher Formengruppe die Früchte gehören. Sie sind sehr verschieden groß, doch meist kleiner als die Früchte heutiger minderwertiger Sorten von *Hordeum vulgare* aus Deutschland. KÜMPEL hat — nach MÖTEFINDT[2]) — am Kleinen Gleichberg auch Reste einer Saatgerstenform gefunden, die er für *H. hexastichum sanctum* Heer erklärt. Die Richtigkeit dieser Bestimmung möchte ich bezweifeln.

Außer Einkorn, Spelz und Saatgerste will KÜMPEL auch *Triticum vulgare antiquorum* Heer, sowie *Tr. compactum muticum* und *Tr. compactum globiforme* Buschan[3]) gefunden haben. Was mit diesen drei Namen gemeint ist, läßt sich nicht erkennen, da alle drei dasselbe Getreide bezeichnen. Wahrscheinlich soll damit nur gesagt sein, daß sich unter dem am Kl. Gleichberge gefundenen latenezeitlichen Getreide recht verschieden große Nacktweizenfrüchte befanden.

Offenbar wurden in der Latenezeit in der Gegend des Kl. Gleichberges dieselben Getreide angebaut wie zur Hallstattzeit in der Forchheimer Gegend.

Außer Getreideresten enthielt die Forchheimer Probe keine Pflanzenreste, weder Reste von Kulturpflanzen noch solche von Unkräutern.

---

1) Vergl. R. GRADMANN, Der Getreidebau im deutschen und römischen Altertum (Jena 1909) S. 97–99.

2) A. a. O. S. 296.

3) Betreffs *Tr. compactum globiforme* Buschan vergl. A. SCHULZ, Diese Berichte, Bd. 32 (Berlin 1914) S. 637—638.

74. H. W. Wollenweber: Conspectus analyticus Fusariorum.

(Eingegangen am 27. Dezember 1917.)

Die weitere Systematisierung der Gattung *Fusarium* hat zur Aufstellung einer Anzahl Gruppen und Untergruppen geführt, um die zahlreichen Arten zu ordnen und die ähnlichen Arten zusammenzufassen. Zunächst sind diejenigen Fusarien berücksichtigt, welche in Reinkulturen auf Vegetabilien studiert und unter „*Fusaria culta exsiccata*“ herausgegeben sind. Dieselben sind abgebildet und mit Exsiccaten früherer Sammlungen verglichen in „*Fusaria autographice delineata*“.

		Fusaria culta Nr. *)
A. *Eupionnote perenni, expansa, crassa,* typice aërio mycelio carente, *aurantiaca* vel *salmonea* Sectio ***Eupionnotes*** Wr.		
I. *Nullis chlamydosporis* Subsectio ***Aquaedactuum*** Wr.		
a. *Conidiis subfalcatis,* 1—septatis 20—30×2·25—3·25 μ	*F. aquaeductuum* Lagh. non Radlk. et Rabh.	1
b. *Conidiis falcatis apice volutis*	*F. aquaeductuum* Lagh. *var. volutum* Wr.	2
II. *Chlamydosporis typicis,* 4–6 μ diam. Subsectio ***Chlamydospora*** Wr.		
a. *Conidiis* 1 — septatis 12—17 × 3—3,5 μ	*F. dimerum* Penz.	3—4
b. *Conidiis* 3 (1—3) sept. 25—35 × 3—3,5 μ	*F. merismoides* Cda.	5
c. *Conidiis* 3—sept. 30—45 × 3—4 μ	*F. betae* (Desm.) Sacc.	
d. *Conidiis* 3—5—sept., rarissime 6—7—sept.	*F. udum* (Berk.) Wr.	7

*) Cfr. WOLLENWEBER, *Fusaria culta exsiccata,* quorum species sub eisdem numeris editae. ICONES cfr. *Fusaria autographice delineata* (cum indice in Annales mycol. XV, 1—56, 1917).

B. *Pionnote inconstanti, fluxa,* aërio mycelio internato, vel nulla (Pseudopionnotes cfr. Sherbakoff).

I. *Chlamydosporis intercalaribus* vel *nullis.*

a. *Fusaria quasi inchoata, typis variis conidiorum praedita*

1. *Conidiis minoribus piriformibus, chlamydosporis raris* Sectio **Sporotrichiella** Wr.

α. *Conidiis* 0 (0—2) — septatis *F. poae* (Peck) Wr. 8

β. *Conidiis* 0—5 (—10) — sept. *F. sporotrichioides* Sherb. 9

2. *Conidiis minoribus lanceolatis,* 0—3—septatis, *majoribus curviusculis, languidis, nullis chlamydosporis* Sectio **Arthrosporiella** Sherb.

α. Color carmineus mycelii deest

† *Conidiis* 3 — (1—7) — sept. *F. semitectum* Berk. et Rav. 10

†† „ 5 — (3—5—7) — sept. *F. diversisporum* Sherb. 12

β. Color carmineus paritur *F. roseo-bullatum* (Sherb.) Wr. 11

b. *Fusaria perfecta,* quae sporodochia convexa Tuberculariae modo formant, macroconidia pedicellata, raro microconidia, interdum sclerotia coerulea.

1. *Conidiis typice proceris, subulatis aurantiacis, mycelio saepe carmineo colore* Sectio **Roseum** Wr.

α. *Sclerotiis atro-coeruleis, plectenchymatis carmineis, saepe coeruleo-maculatis, conidiis liberis* vel *conglutinatis, mycelio roseo, primum floccoso, deinde decumbenti, libenter immerso.*

† *Conidiis* 3 — septatis 30—40 × 3—3,75 μ *F. tricinctum* (Cda.) Sacc. 13

†† *Conidiis* 3 — septatis 30—48 × 2,75—3,5 μ *F. graminum* Cda. 14—15

††† *Conidiis* 5 — septatis 48—56 × 4—4,5 μ *F. herbarum* (Cda.) Fr. 16—18

†††† *Conidiis* 5—septatis, *sclerotiis numerosis magnis atrocoeruleis* *F. herbarum* var. *gibberelloides* Wr. n. v. 19

††††† *Conidiis percurvatis,* 5—septatis, *chlamydosporis intercalaribus, sclerotiis numerosis atro-coeruleis* *F. acuminatum* Ell. et Ev. em. Wr. 20

β. *Nullis sclerotiis coeruleis, plectenchymatis expansis, mycelio floccoso, rarius immerso; conidiis plerumque conglutinatis.*

† *Conidiis valde volutis orthosporis intermixtis* *F. succisae* (Schr.) Sacc. 21

†† *Conidiis leniter incurvatis*

○ Plectenchymata typice colore carmineo carent *F. anthophilum* (A. Br.) Wr. 22

○○ Mycelium colorem carmineum secernit

× *Conidia* 3 — septata *F. viticola* Thüm. 23

× × „ 5 — septata *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. 24—26

2. *Conidia* praesertim ad medium abrupte diametrum mutant.

α. *Conidiis* ad apicem proceris, in media parte tumidis, chlamydosporis nec non sclerotiis formatis Sectio **Gibbosum** Wr.

† *Microconidia* 0—3—septata dominantur *F. chenopodinum* (Thüm.) Sacc. 27—28

†† *Microconodia* non dominantur

○ *Conidiis liberis* raro conglutinatis, aërio mycelio instratis, sporodochiis magnis sparsis *F. ossicolum* (Berk. et Curt.) Sacc. 29

○○ *Sporodochiis* minutis numerosis, facile confluentibus pionnotis instar, rarius magnis sparsis convexis.

× *Conidia parabolice curvata* *F. falcatum* App. et Wr. 30

× × *Conidia subparabolice curvata* *F. bullatum* Sherb. 31

× × × *Conidia gibbosa* (± *hyperbolice curvata*)

* *Conidia* 5 (3—5) — septata 33—50 × 3,5—5 μ *F. equiseti* (Cda.) Sacc. 32

** *Conidia* 5—7 — septata 30—60 × 4—5,25 μ *F. scirpi* Lamb. et Fautr. 33—34

*** *Conidia* 7—9 — septata 56—84 × 4—5 μ *F. filiferum* (Preuß) Wr. 35

β. *Conidia* ad apicem inaequilatere abrupte acutiuscula
† *Conidia* membrana tenui praedita (excepto *F. sarcochroo* et *F. robiniae)*, sclerotia plerumque coerulea, chlamydosporae rarae, mycelium colore carmineo carens Sectio ***Lateritium*** Wr.

○ *Conidia tenuiora.*

× *Conidia* apice uncinata, fere subvoluta, 3—sept. 20—28 × 2,5—3,5 μ *F. uncinatum* Wr. 36

× × *Conidia* apice abrupte obtuso-acutiuscula.

* *Conidia plerumque* 3—septata

∾ *Conidia* in media parte procera, 3—sept. 23—33 × 3—4,25 μ *F. salicis* Fuck. 37—41

∾∾ *Conidia* in media parte subtumida et curvata, 3—septata 30—40 × 3,75—4,25 μ, rarius 4—5—sept. eadem magnitud. *F. lateritium* Nees 42—44

** *Conidia* 3—5—septata

∾ *Sclerotia atrocoerulea*, conidia 3—5—sept. 23—48 × 3,25—4,25 μ *F. pyrochroum* (Desm.) Sacc. 45—46

∾∾ *Sclerotia brunnea, conidia* 3 — sept. 28—35 × 3—4μ, 5—sept. 35—45 × 3,25—4 μ *F. urticearum* (Cda.) Sacc. 47—48

*** *Conidia plerumque* 5—septata

∾ *Conidia* 37—50 × 3,25—4 μ *F. fructigenum* Fries 49 - 50

∾∾ *Conidia* 40—60 × 3,75—4,5 μ *F. fructigenum* Fr. var. *majus* Wr. 51

○○ *Conidia crassiuscula*, membrana pachydermia

× *Microconidia Trichothecio similia* 1—3—sept. 17—30 × 5—8 μ, *conidia sporodochialia* 3—5—sept. 30—50 × 3,75—5,25 μ *F. sarcochroum* (Desm.) Sacc. 52—53

× × *Species microconidiis carens; conidia typice* 5—7—septata, 40—60 × 4—5 μ *F. robiniae* Pass. 54

†† *Conidia* plus minusve pachydermia

○ *Conidia perennia* Sectio ***Discolor*** Wr.

× *Nulla microconidia*

* Nec sporodochia tubeculariformia, nec stroma erumpens pariuntur. *Conidia* salmoneo aurantio tincta

Subsectio ***Neesiola*** Wr. *F. lolii* (W. G. Sm.) Sacc. 55

** Et sporodochia tuberculariformia et stroma erumpens occurrunt; conidia ochracea v. salmoneo-aurantio tincta; interdum sclerotia coerulea

Subsectio ***Erumpens*** Wr.

∝ *Conidia minora,* 3—, 4—, 5—septata, plerumque 25—40 × 3,5—5 μ

§ Duo typi conidiorum occurrunt, alia procera, alia crassa

F. congoense Wr. 56

§§ *Conidia uniformia*

s Plectenchyma carmineum tingit

t Sclerotio-plectenchyma rubrofuscum *F. flocciferum* Cda. 57

tt Sclerotio plectenchyma sufflavum *F. sambucinum* Fuck. 58—60

ttt Sclerotio-plectenchyma protuberans carmineum, conidia primo ochraceo-aurantiaca, tum aeruginosa

F. subcarneum Crouan 61

tttt Sclerotio-plectenchyma et massae conidiorum pro parte atro-coeruleo tinguntur

F. polymorphum Matr. 62

ss Plectenchyma incarnatum vel flavidum non carmineum tingit

t Mycelium colorem flavidum non secernit *F. polymorphum* Matr. var. *pallens* Wr. 63

tt Mycelium colorem flavidum vel sulphureum secernit

n Plectenchyma et sclerotia cyanea, conidia ochracea, cyaneo-maculata
F. subpallidum Sherb. 64

nn Plectenchyma pallens, sclerotia cyanea rarissima, conidia ochracea
F. sulphureum Schlecht. 65—66

∝∝ *Conidia majora*

§ *Conidia* ochracea, crassa 5-septata 32—44×5,5—7 μ *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. 67—69

§§ *Conidia* procera, 3—5—6—sept. 30—45—60×3,5—5,5 μ
F. stictoides Mont. 70

×× *Microconidia* modo Spicariae catenulata
Subsectio ***Spicarioides*** Wr.

Macroconidia 9 (7—9)—septata, 9—sept. 90—95×7—8 μ *F. decemcellulare* 71

○○ *Conidia* plus minusve fluxa facile in stromate mutantur. Nullae chlamydosporae. Mycelium carmineum et flavidum tingit
Sectio ***Saubinetii*** Wr.

× *Conidia uniformia*, 5—(3—5)—septata 40—50×4,25—5 μ *F. caricis* Oud. 72
(= *Gibberella flacca*)

×× *Conidia* varia plerumque 5—septata 40—60×4,25—5,5 μ, rarius 3—, 6—, 7—, 8—septata, 6—8—sept. 60—90×5—5,5 μ
F. graminearum Schwabe 73
(= *Gibberella Saubinetii*)

II. *Chlamydosporae terminales*, intercalares, frequenter sclerotio-plectenchymata et qnoque sclerotia atro coerulea occurrunt.

a. *Conidiorum* membrana et septa sunt tenuia, hyalina
Sectio ***Elegans*** Wr.

1. *Sporodochia inchoata*, plerumque vero deficiunt
Subsectio ***Orthocera*** Wr.

α. Mycelium citrinum vel ochroleuco-flavidum, non coeruleum tingit., conidia 0—1—septata, raro 3—septata; 0—sept. 6—13×2,5—3 μ, 3—sept. 27—38×2,75—3,75 μ *F. citrinum* Wr. 74

β. Mycelium incarnatum, coeruleo-maculatum
F. orthoceras App. et Wr. 75

2. *Sporodochia typica* formantur
Subsectio ***Oxysporum*** Wr.

α. Sclerotiis cyaneis Series ***Cyanostroma*** Wr.

† *Sporodochia numerosa*, parva
F. sclerotioides Sherb. 76

†† „ *sparsa*, magna
F. aurantiacum (Lk.) Sacc. 77

β. Sclerotiis pallentibus vel nullis
Series ***Pallens*** Wr.

† *Conidia* gradatim diametrum mutant.

○ *Sporodochiis* paucis irregularibus, effusis, hyphasmate intricatis *F. euoxysporum* Wr. 78

○○ *Sporodochiis* numerosis parvis, confluentibus, stratum saepe pionnotis instar incrustantibus *F. zonatum* (Sherb.) Wr. 79

†† *Conidia* septum apicale versus conspicue tumida, apice constricta *F. redolens* Wr. 80

b. *Conidia* pachydermia, septis crassis praedita

1. *Conidiis* ad apicem conspicue inaequilaterali-attenuatis, obtusis vel oblique subrotundatis, ad basim apiculatis Sectio ***Martiella*** Wr.

α. Longitudo conidiorum sexies septiesve crassitudinem excedit

† *Conidia* ochroleuca aut fusco-alba

○ *Conidia* 3—septata 30—40×5—6 μ
F. solani (Mart. pr. p.) App. et Wr. 81—83

○○ „ 3—septata 27—33×4,25—5 μ
F. solani var. *minus* Wr. 84

†† *Conidia* ochraceo-aurantiaca 3—septata 31—40×4,5—5,5 μ *F. coeruleum* (Lib.) Sacc. 85—86

β. Longitudo conidiorum octies deciesve crassitudinem excedit

† *Conidia* 3—4—septata 44—60×4,75—5,5 μ
F. Martii App. et Wr. 87—88

†† „ 3—septata 30—44×4,25—5 μ
F. Martii App. et Wr. var. *minus* Sherb. 89

††† „ 4—6—septata 54—75×5,5—6,5 μ
F. eumartii Carp. 90

2. Conidiis ad apicem inaequilaterali-subfalcatis, interdum *acutatis*, ad basim subpedicellatis
Sectio ***Pseudomartiella*** Wr.
Conidia 3—4—septata 43—54×4,5—5 μ
F. javanicum Koord. 91

C. Nulla pionnote, nullis sporodochiis tuberculariformibus; caespitulo floccoso, zonato, conidiophoris erectis sparsis, alternis vel modo bostrycis ramosis; conidiis fusiformibus, ventricosis, subcurvatis, apice ellipsoideo, apedicellatis; chlamydosporis terminalibus Sectio ***Ventricosum*** Wr.
Conidia 3—septata 29—37×5,75—7,5 μ
F. argillaceum (Fr.) Sacc. 92

Aliquot Fusara minus cognita in sectiones digessa.

a) sectio ***Roseum*** Wr. — Phytopathology 3:32. — 1913. Sherbakoff, Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem. 6:142. — 1914.

Conidia longa subulata, procera (longit. decies quater deciesve crassit. excedit), subfalcata, utrinque gradatim acuminata, apice longa, angusta interdum filiformi, basi plus minusve pedicellata; chlamydosporis carentibus; nonnullae species sclerotiis cyaneis praeditae.

1. ***Fusarium herbarum*** (Cda.) Fr. — Fus. delin. 142—161, quae continent icones synonymorum: *F. uredinicolum* Muell. (1885), Sydow, Myc. march. 4182, *F. heterosporum f. paspali* Ell. & Everh. N. Amer. Fungi 2. ser. 2395., *F. herbarum* (Cda.) Fr. var. *conii maculati* Roum. Fungi gall. exs. 5398 (1891), *F. subviolaceum* Roum. et Fautr. 1892 (Specim. authent. in Museo bot. Upsaliensi), *F. putrefaciens* Ostw. (1904), *Fusoma Feurichii* Syd. (1905), *Fusarium lateritium* Nees var. *Tulasneanum* Sacc. (1906), *F. sorghi* P. Henn. (1907), *F. Speiseri* Lind. (1909), *F. metachroum* App. et Wr. (1910), *F. metachroum* App. et Wr. var. *minus* Sherb. (1915).

Sporodochiis minutis, confluentibus, aurantiacis interdum colore stromatis carmineo-maculatis; conidiis plerumque 5—septatis, 48—56×4—4,5 μ (statu sicco 3—4 μ crassis), 3—septatis, 35—45×3,5—4,25 μ, sclerotiis cyaneis globosis rarissimis, 40—80 μ diam.

Hab. in cort. Aceris, amentis Alni, culm. Arundinis, caul Asparagi, Brassicae, Cheiranthi, Conii, fruct. Cucumeris. Cucurbitae, caul. Daturae, Equiseti, cariops. Festucae, ram Forsythiae, caul. Heraclei, ram. Laburni, caul. Lathyri, Lini, Lolii, legum. Lupini, ram. Mori, cariops. Paspali, legum.

Phaseoli, plantulis Pini, fruct. Piri, caul. Polygoni, cort. Populi, Robiniae, caul. et fol. Rubi, fol. Sacchari, ram. Salicis, caul. Saponariae, cariops. Secalis, caul. Solani, glum. Sorghi, inflor. Tagetis, sem. Tritici, fol. Tussilaginis, ram. Ulicis, legum. Viciae, culm. et fól. Zeae, stercore Equi, corpore Cicadae in tota fere Europa, Africa, America boreali.

2. *Fusarium herbarum* (Cda.) Fr. var. ***gibberelloides*** Wr. n. v. *Fusaria* culta 19.

A typo differt sclerotiis numerosis magnis globosis v. rugulosis, atrocoeruleis Gibberellae similibus.

Hab. in rimis corticis Robiniae pseudacaciae, Dahlem, Berolini.

b) sectio ***Lateritium*** Wr. — Ann. mycol. XV, 54.—1917.

1. ***Fusarium fructigenum*** Fr. (1832). — Fus. delin. 281—285.

syn. *F. cydoniarum* Roum. in litt. (specim. authent. in Museo bot. Upsaliensi, ic. Fus. delin. 281.), *F. cydoniae* Allesch. (1891).

Conidiis fusoideo-falcatis, apicem versus conspicue inaequilatere et magis curvatis quam ad medium, utrinque constrictis atque adeo pedicellatis ad basim, 5 (3—5)—septatis, 5—sept. 37—50×3—4 μ, 3—sept. 27—36×3—3,75 μ; sclerotiis erumpentibus, rugulosis, magnis, atrocoeruleis.

Hab. in ram. Alni, ram. et fruct. Cydoniae, cort. Forsythiae, Laburni, Lauri, ram. Piri, Robiniae, fruct. Rosae, amentis et ram. Salicis, ram. Sambuci, fol. et ram. Taxi, cort. Citri, in Europa et America boreali.

2. ***Fusarium fructigenum*** Fr. var. ***majus*** Wr. — Ann. mycol. XV, 19.—1917. Fus. delin. 286. Fus. culta 51.

A typo differt conidiis paulo majoribus 5—septatis 40—60×3,75—4,5 μ, 6—7—septatis (6 %) intermixtis. Chlamydosporis et sclerotiis raris.

Hab. ad ramos Sambuci nigrae, Teltow pr. Berolinum.

c) sectio ***Discolor*** Wr. — Phytopathology 3 : 31. 1913. — Ann. mycol. XV, 54.—1917.

α) subsectio ***Neesiola*** Wr. — Ann. mycol. XV, 2.—1917. Fus. delin. 292—304. — Stroma expansum, minus floccosum quam decumbens, facile pionnotaliter gelatinosum at non erumpens; sporodochia subtremellosa, non tuberculariformia; mycelium colores citrinos v. incarnatos, non carmineos secernit. Conidia, minima in hac sectione, praecipue germina graminum Pionnotis instar obtegunt colore ruberrimo. Chlamydosporae intercalares occurrunt.

1. ***Fusarium lolii*** (W. G. Sm.) Sacc. Syll. XI, 652.—1895. W. G. Smith, Diseases of Field and Gard. Crops p. 263. — 1884 ic. (*Fusisporium*). — Fus. delin. 292—295. Fus. culta 55. — syn. *F. heleocharidis* Rostr. in Thüm. Myc. univ. 2185. — Fus. delin. 292.

Conidia 3—septata 20—25×2,75—3,5 μ (cf. Smith 28—30×5 μ).

Hab. in cariopsidibus Sclerotio infectis Lolii perennis in Europa, Moliniae in Germania, Heleocharidis in Dania.

β) subsectio ***Spicarioides*** Wr. — Ann. mycol. XV, 2.—1917. Microconidia modo Spicariae catenulata, mycelio floccoso instrata. — Unica species.

1. ***Fusarium decemcellulare*** Brick, Jahresber. Ver. f. angew. Bot. p. 223. — 1908 ic. — syn. *Spicaria colorans* Hall de Jonge, Rec. d. Traveaux bot. Néerl. VI, 1909 ic. — *Fusarium spicariae colorantis* Sacc. et Trott, Syll. XXII. p. 1480/81. — 1913. — Fus. delin. 353. Fus. culta 71.

Macroconidia ochracea, velut stroma expansa Pionnotis instar obtegunt sic stroma erumpens Tuberculariae modo, 7—9—septata 71—94×5,75—8 μ, 9—septata (interdum 75 per centum summae) 90—95×7—8 μ. Mycelium nunc carmineum, nunc flavidum tingit. Chlamydosporas non vidi.

Hab. ad corticem et lignum Theobromae Cacao in Africa (Brick) et America australi (Hall).

d) sectio ***Elegans*** Wr. — Phytopathology 3:28. — 1913. Microconidiis plerumque simplicibus, 5—12×2—3,5 μ; macroconidiis liberis, in sporodochiis tuberculariformibus vel pionnotis modo confluentibus, orthoceris in aliis speciebus, plus minusve falcatis in alteris, apices versus magis curvatis quam ad medium, utrinque acuminatis v. constrictis, ad basim plus minus pedicellatis. Sclerotia cyanea in multis speciebus formantur. Hac sectio, ceterum valde similis Lateritio, magna copia microconidiorum et chlamydosporis terminalibus recedit.

α. subsectio ***Orthocera*** Wr. — Ann. mycol. XV, 2.—1917. Fus. delin. 358—365. Sporodochia inchoata plerumque vero deficiunt, microconidia typice praestant. Longitudo conidiorum nonies duodeciesve crassitudinem excedit.

Exempla: *F. orthoceras* App. et Wr., *F. citrinum* Wr.

β. subsectio ***Oxysporum*** Wr. — Ann. mycol. XV, 2.—1917. Fus. delin. 372—395. — Sporodochia typice adsunt. Stroma plus minusve erumpens verrucosum, sclerotiale. — Longitudo conidiorum octies deciesve crassitudinem excedit.

* series ***Cyanostroma*** Wr. l. c. p. 2. — Stroma plus minusve erumpens cyaneum tingit. — Fus. delin 372—387, Fus. culta 76—77.

Exempla: *F. tracheiphilum* (Erw. Sm.) Wr., *F. vasinfectum* Atk., *F. oxysporum* Schlecht., *F. sclerotioides* Sherb., *F. aurantiacum* (Lk.) Sacc.

** series ***Pallens*** Wr. l. c. p. 2. — Stroma pallens gelatinosum, rarius erumpens; sporodochia facile confluentia. — Fus. delin. 388—395. Fus. culta 78—80.

Exempla: *F. euoxysporum* Wr., *F. zonatum* (Sherb.) Wr., *F. redolens* Wr.

e) sectio ***Pseudomartiella*** Wr. — Ann. mycol. XV, 2, 26, 27.—1917. — Fus. delin. 423—428.

Congruit cum statu conidico sectionis eiusdem nominis genere Hypomycete. Valde similis sectioni Martiellae quoque, at conidia basi subpedicellata, apice magis procera minus inaequilatere quam in Martiellis inveni.

Exempla: *Fusarium radicicola* Wr., *F. javanicum* Koord., *F. sphaeriae* Fuck., *F. theobromae* App. et Strk.

1. ***Fusarium javanicum*** Koord. (Verh. Koninkl. Akad. Wetensch. Amsterdam II, 13 p. 247. — 1907 fig. 58.) — Sacc Syll. XXII, 1482.

Conidia 5—septata 40—47×4,5—5,5 μ (fol. Fici elasticae, in Java); conidia 3—4—5—septata 43—54×4,5—5 μ (fruct. Theobromae Cacao, Kamerun Africae occ.). — *Fus. delin.* 424. — Fus. culta 91.

75. H. W. Wollenweber: Über Fusarium roseum Link.

(Eingegangen am 27. Dezember 1917.)

LINK hat 1809 sein *Fusarium roseum* durch „stromate hemisphaerico roseo sporidiis dilutioribus" gekennzeichnet und mit tuberkularen Sporodochien und ziemlich gedrungenen Conidien abgebildet. Von 2 Originalexsiccaten LINKs im Museum botanicum Berolinense stimmt nur das eine mit dieser Beschreibung und Abbildung überein (cf. Fusaria autographice delineata 311; Conidien 3—5—septiert, 24—37×4—5,25 μ). Das zweite Exsiccat hat auf ausgebreitetem Stroma längere Conidien, meist 5—septiert, 38—48 ×4—5 μ (cf. Fus. delin. 354). Das erstere entspricht *F. sambucinum* Fuck. syn. *F. discolor* App. et Wr. (Sectio *Discolor*), das zweite wollen wir mit *F. caricis* Oud. identifizieren, da ein übereinstimmender Pilz auf Carex vorkommt. *F. caricis* gehört der Sectio *Saubinetii* an und stimmt mit den Conidien der *Gibberella flacca* (Wallr.) Sacc. (cf. Fus. delin. 49) überein. Da dieser Ascomycet *Gibberella Saubinetii* (Mont.) Sacc. ähnelt, konnte die Ansicht aufkommen, daß *F. roseum* zu letzterer gehöre. Weder *G. Saubinetii* noch *G. flacca* haben indes einen Conidienzustand mit tuberkularen Sporodochien, sondern ausgebreitete formlose Stromata. Diese beiden Gibberellen haben also nichts zu tun mit dem *F. roseum*, das LINK beschrieben und abgebildet hat. Es ist zu bedauern, daß LINK seine ursprüngliche klare Auffassung dieser Art mehrfach geändert hat, wie wir auch aus den Aufschriften seiner Exsiccate ersehen. Da seine Exsiccate nichts Einheitliches zeigen und seine Beschreibung recht lückenhaft ist, hat die Stammart der Gattung eine sehr verschiedene Beurteilung erfahren. Um zu klaren Auffassungen zu gelangen, ist es besser die Art ganz fallen zu lassen. Auch das *Fusisporium roseum* Link ist zu streichen. Von diesem ist ein Originalexsiccat vorhanden (cf. Fus. delin. 138), das mit *Fusarium graminum* Cda. identisch ist, also der Sectio *Roseum* angehört. Diese Art ähnelt *F. herbarum* (Cda.) Fr. (syn. *F. metachroum* App. et Wr.), hat aber vorwiegend 3—septierte 20—40×2,5—3,5 μ große spitzige Conidien mit starkem Einschlag subnormaler Conidien in hyphasmatischen Belägen. Obgleich LINK dieses *Fusisporium* wohl unterschieden

hat von seinem *Fusarium roseum*, ist doch durch die Vereinigung beider erwähnten Gattungen die Annahme einer Identität beider Arten entstanden.

Der Sammelbegriff *F. roseum* L. ist also aufgeteilt in 3 Arten: *F. sambucinum* Fuck. (Sectio *Discolor*), *F. caricis* Oud. (Sectio *Saubinetii*) und *F. graminum* Cda. (Sectio *Roseum*).

Neuerdings hat NAOUMOFF in Bull. Soc. Myc. France p. 54—63 (1914) einen letzten Versuch gemacht *Fusarium roseum* zu stützen, indem er mit WORONIN von der Annahme ausgeht, daß dasselbe den Conidienzustand der *Gibberella Saubinetii* darstelle. Dieser Pilz ist bekanntlich leicht zu züchten und entwickelt 2—3 Wochen nach Aussaat von Ascosporen auf Stengeln und Ähren Perithecien, während die Conidienform meist zurücktritt und mehr oder weniger vergänglich ist. Wählt man vegetatives Mycel oder Conidien zur Aussaat, so treten die Perithecien oft erst nach 4—6 Wochen auf. Conidien können in solchen Kulturen etwas reichlicher vorkommen, aber nie sind tuberkulare Sporodochien beobachtet. Chlamydosporen fehlen, blaue Sclerotien sind selten. Meist sind die Conidien 5— oder 3—5—septiert (30—60×4,25—5,5 μ), oft aber auch 6—8 septiert und dann bis über 80 μ lang, ja sogar 9—10—septierte bis zu 100 μ Länge sind gefunden (bei Züchtung auf Reisbrei). Wird auf Nähragar die Perithecienbildung verhindert, so zeigt er sich auf den normalen Medien (Stengel, Ähren) in der Folge eine Zeit lang variabler als sonst. Diese Beschreibung entspricht ein und demselben Stamme einer Weizen-*Gibberella*. Wird der Pilz nach 6jähriger trockener Aufbewahrung, die seine Langlebigkeit beweist, wieder weitergezüchtet, so verhält er sich nicht anders. Folgekulturen desselben Pilzes waren nach Amsterdam und Washington geschickt und in Zwischenräumen wieder verglichen ohne eine Änderung zu finden. Auch Stämme des Pilzes von *Zea, Ipomoea, Avena* verhielten sich gleich. Dagegen zeigte ein Stamm, der von Kartoffelbeeren isoliert und anfangs für *Gibberella Saubinetii* gehalten war, reichlichere Conidienbeläge mit Conidien von erhöhter Konstanz 5— oder 3—5—septiert, im übrigen von den Ausmaßen entsprechender Septaten der Vergleichsart. Diese *Gibberella* halte ich heute für *G. flacca* (Wallr.) Sacc., ihre Conidienform für *Fusarium caricis* Oud. (Fus. culta 72), während die Conidienform von *G. Saubinetii*, *F. rostratum* App. et Wr., mit *F. graminearum* Schwabe identisch sein dürfte. Von diesen beiden Gibberellen unterscheidet sich *G. cyanogena* (Desm.) Sacc. durch größere Ascosporen und durch Conidien vom Typus des *Fusarium sambucinum* Fuck.

Diesen letzteren Pilz isolierte ich von *Sambucus nigra*. Er entwickelte aus Ascosporen normale Conidien, aber nicht wieder Perithecien.

Die besprochenen Fusarien sind so verschieden von einander, daß es ausgeschlossen ist, sie für identisch zu halten. NAOUMOFF hat nun aber eine Reihe von Gibberellen, die er für *Gibberella Saubinetii* hält, von Gerste, Roggen und Hafer isoliert und Verschiedenheiten in der Conidienform gefunden. Einige Stämme lieferten pedicellate, andere apedicellate Conidien. Die Scheitelzelle hatte in keinem Falle eine flaschenhalsartige Verjüngung. Die Farbe der Conidienmassen schwankt, ist aber in einigen Fällen orange, während sie bei *F. rostratum* nach ocker neigt.

NAOUMOFF kennt letztere Art nur nach den Abbildungen in „Grundlagen", die die Grundform betonen, nicht aber die Variabilität, die gleichwohl vorhanden und im Journal of Agric. Research II (1914) Taf. XIV. sowie in Fus delin. 357 besser zum Ausdruck gebracht ist. Die Einschnürung des Scheitels ist danach ziemlich gering, die Fußzelle nicht immer ausgeprägt. Zieht man noch die Tatsache in Betracht, daß manche Unterschiede zwischen den Stämmen sich bei längerer Kultur ausgleichen, so können wir NAOUMOFF beipflichten, wenn er sie nicht zur Aufstellung neuer Arten ausnützt, sondern sie höchstens als Merkmale für Varietäten einer Art gelten läßt. Die Grundart nennt er mit WORONIN *F. roseum*. Da er aber meist von mehligen Belägen spricht, nicht aber von tuberkularen Sporodochien, so kann *F. roseum* L. nicht in Frage kommen. Möglicherweise hat NAOUMOFF eine *Gibberella* studiert, die im wesentlichen der von mir beschriebenen gleicht, in einigen Stämmen aber nach *G. flacca* hinneigt. Seine Arbeit bringt einen wesentlichen Fortschritt in der Kenntnis dieses Pilzes. Dieser Fortschritt ist wichtiger als die Frage der Benennung der Conidienform. Die Namen der *Gibberella*-Fusarien haben nur vorübergehenden Wert und können beiseite gelassen werden, sobald *ihre Stellung gegenüber den selbständigen Fusarien klar erkannt ist.*

---

76. J. Grüß: Die Anpassung eines Pilzes (Anthomyces Reukaufii) an den Blütenbau und den Bienenrüssel.

(Mit Tafel XIII und 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 28. Dezember 1917.)

Der Pilz, welcher ein hohes Maß von Anpassungsfähigkeit besitzt, ist *Anthomyces Reukaufii*. Er ist bereits durch die Literatur bekannt und wurde zuerst von REUKAUF[1]) beschrieben, welcher ihn im Blütenhonig verschiedener Pflanzen, besonders *Salvia pratensis* und *verticillata*, entdeckte. Dieser Organismus gehört zu den *Saccharomyceten*, und der Entdecker beschreibt schon verschiedene Wachstumsformen, die er auch in seinem Bericht abbildet. Der Verfasser züchtete den Pilz aus *Lamium album* im ausgehöhlten Objektträger und ist der Ansicht, da er ihn auf verschiedenen Pflanzen gefunden hat, daß jede Blumenart vorwiegend ihren eigenen Pilz beherberge, was auf die verschiedene Zusammensetzung und Beschaffenheit des Nektars zurückgeführt wird.

Die Darstellung der Hefepräparate geschah in folgender Weise: Die von den Insekten besuchten Blüten wurden am Abend in einem verschlossenen Glase 2 Tage aufbewahrt, wodurch sich der Pilz in genügender Weise vermehrte. Der Nektar wird dann auf dem ausgehöhlten Objektträger ausgedrückt und nach Zusatz von ein wenig Honigwasser mit dem Deckglas bedeckt. Ein solches Präparat — eine feuchte Kammer im Kleinen — überdauert gut den Winter.

Der Pilz ist von P. LINDNER in seinem Atlas (2. Auflage, 1910) auf Tafel 90—93 in einigen verschiedenen photographischen Aufnahmen zur Darstellung gebracht und außerdem noch in seinem Bericht: Das Gaslichtpapier als Ersatz für die Glasplatten bei mikrophotographischen Aufnahmen, — s. diese Berichte, Bd. XXXIV, 1916, Heft 7.

Außerdem haben sich noch Ing. VACLAV SCHUSTER und VLADIMIR ULEHLA[2]) mit diesem *Saccharomyceten* beschäftigt. In ihrer Abhandlung: Studien über Nektarorganismen, wurde die aus einer Anzahl Blüten isolierte Hefe als „*Lamium I*“ bezeichnet.

---

1) REUKAUFS: Die Kleinwelt. Jahrg. 3, 1911/12, p. 25—27.

2) Diese Berichte, Bd. XXI, 1913, S. 129.

Es sei hier als besonders wichtig hervorgehoben, daß die beiden Autoren eine günstige Entwicklung des Pilzes beobachteten, als sie zu ihrer Nährlösung (Pepton Witte 1,0 pCt., KH_2PO_4 0,3 pCt., $MgSO_4$ 0,5 pCt., H_2O 93,5 pCt.) 5 g der Lösung von 5 verschiedenen Zuckerarten: *Dextrose, Laevulose, Saccharose, Maltose, Laktose* hinzugefügt hatten.

Was zunächst die Benennung des Pilzes anbetrifft, so dürfte es wohl gerechtfertigt sein, wenn man ihn als *Anthomyces Reukaufii* bezeichnet, da er sich den verschiedensten Blüten angepaßt hat, und wenn man ihm andrerseits auch den Namen des Entdeckers zuerteilt.

Meine eigenen Untersuchungen über diesen Organismus bewegen sich in der Richtung, um zu zeigen, daß demselben ein hohes Maß von Anpassungsfähigkeit zu eigen ist. Ich habe den Pilz in der Umgebung von Friedrichshagen vorzugsweise in den Blüten von *Linaria vulgaris* gefunden; selten fand sich ein Sporn, dessen Nektar nicht inficiert war.

Aus einer isolierten Zelle wurde eine Reinkultur auf Würze-Gelatine hergestellt, die als Stammkultur bezeichnet sein möge.

Diese Hefe stellte durchgehends eine einzellige Sproßhefe dar mit allen typischen Eigenschaften: kuglig bis oval, mit großer Vakuole, in der sich fast immer ein stark lichtbrechendes Körnchen befand, dann auch kleinere Zellen mit dichtem, körnigem Plasma; in vielen Zellen, besonders in den größeren, ein voluminöser Fetttropfen oder mehrere kleine Tröpfchen.

Die Hefezelle, aus der die Stammkultur hervorging, hatte sich in einem *Linaria*sporn befunden und die für ihr Vorkommen in Blüten charakteristische dreizackige Aussproßform besessen, die also durch die Kultur verloren ging, indem nur runde Einzelzellen aus ihr entstanden.

Daraus ergab sich die Aufgabe, zu versuchen, ob aus der Einzelzelle der Stammkultur wieder die dreizackige Sproßform, wie sie sich in der Blüte findet, erzeugt werden könne. Zu erwarten war, daß dies am leichtesten dadurch zu erreichen wäre, daß man den Pilz wieder unter seinen ursprünglichen natürlichen Wachstumsbedingungen kultivierte.

Um die Veränderungen der Kulturhefe festzustellen, die beim Auskeimen derselben in Blüten auftreten würden, waren diese erst für die Impfung in geeigneter Weise vorzubereiten. Um zu verhüten, daß die zu impfende Blüte nicht schon vorher von einem

Insekt besucht sein würde, wurden von den Blütenständen alle geöffneten Blüten entfernt und nur die jüngsten geschlossenen Blütenknospen stehen gelassen. Diese wurden mit Gaze umhüllt und öffneten sich nach einigen Tagen. Nachdem dann einige Hefezellen aus der Stammkultur mit der Präpariernadel in den Honigbehälter eingeführt worden waren, wurden die Blüten wieder mit Gaze umhüllt und so gegen Insektenbesuch beschützt. Nach einigen Tagen wurde dann der inficierte Nektar unter dem Mikroskop untersucht.

Die erste Impfung wurde an einer *Fritillaria*blüte ausgeführt. An dem einzigen Blütenstand dieser Pflanzen wurden nur 3 Blüten belassen, die daher reichlich Honig produzierten. Bemerkenswert war, daß bald nach der Impfung die schöne rote Färbung allmählich in gelb überging. Die erste Impfung wurde am 15. 7. 1916 unternommen und lieferte ein sehr günstiges Resultat.

Bei dieser Keimung entsteht wie gewöhnlich an der *Saccharomyces*zelle durch Sprossung eine kleine knopfförmige Tochterzelle (Taf. XIII, Fig. 1). Dann aber tritt ein anderer Vorgang ein. Die Mutterzelle streckt sich und die Tochterzelle wächst nun nicht mehr wie sonst kuglig aus, sondern ihr Wachstum geht gleichfalls in die Länge.

Es resultiert dadurch eine langgestreckte Doppelzellform (Fig. 2a, 2b), in der das Plasma gewöhnlich acropetal angehäuft ist, während sich in dem breitesten Querdurchmesser die Vakuole ausbildet. Darauf sprossen aus dem sich mehr und mehr streckenden Endteil eine bis drei — in den meisten Fällen nur zwei — Tochterzellen hervor, die sich am Ende kolbig verdicken und an ihrer Insertion sich regelmäßig stielförmig ausziehen (Fig. 3). Damit ist die Dreizackform ausgebildet.

Die sich streckende Mutterzelle kann auch an jedem ihrer beiden Pole je eine Tochterzelle entstehen lassen, die sich gleichfalls mit acropetaler Plasmaanhäufung streckt (Fig. 4). Schließlich können die beiden Tochterzellen gleichzeitig oder nach einander an einem Pol der Mutterzelle entsprießen. Sehr selten bilden sich die Zellen hintereinander aus, ein Fall, der zur Kettenbildung führt und vielleicht hier als Rückfall in die Hyphenbildung zu erklären ist.

Resultat: Die Dreizackform kommt dadurch zustande, daß an dem einen Pol der sich streckenden Mutterzelle in derselben Richtung eine und kurz vor dem andern Pol in verschiedenen Richtungen zwei Tochterzellen aussprossen.

Charakteristisch für die Dreizackform der Blüten ist durchaus die Streckung der Zellen. Um dies hervorzuheben, mögen diese Zellen als „gracil" bezeichnet sein zum Unterschied gegen die ovale Sproßform. Es ließ sich durch einen Versnch nachweisen, daß der Nährboden einen gewissen Einfluß auf die Ausbildung der „gracilen" Form ausübt.

Versuch: In eine zweite Blüte des erwähnten *Fritillaria*-stockes wurde aus derselben Reinkultur, wie vorher beschrieben, übergeimpft. Nach 24 Stunden wurden die Zellen aus der Blüte wieder herausgenommen und im hohlen Objektträger im hängenden Tropfen weiterkultiviert. Sie befanden sich nunmehr in demselben Honig, unter dieser Bedingung aber schwimmend in dem Medium. Es resultierten nach direkter Beobachtung unter dem Mikroskop die auf der Tafel unter 5a, b, 6a, b und 7 dargestellten Zellformen. Alle diese Zellen, die im hohlen Objektträger weiterkultiviert wurden, ergaben durchaus keine Dreizackformen, sie blieben vielmehr oval und entwickelten kleine strauchförmige Sproßverbände. In der Blüte hätten sie sich zu Dreizackformen ausgebildet, wie dies auch aus der dritten Blüte zu ersehen war. Die erzielten Dreizackzellen lieferten im hängenden Tropfen gleichfalls nur Sproßkolonien mit ovalen Zellen.

Außer auf *Fritillaria imperialis* wurde der Pilz noch in die Blüten folgender Pflanzen eingeführt: *Delphinium elongatum, Linaria vulgaris, Antirrhinum majus, Lonicera spec. Phlox multiflora.* In allen diesen Fällen wurde das gleiche Ergebnis erhalten: es fanden sich schon nach dem zweiten Impftage die Dreizackformen, oder die Hefen waren mit gracilen Tochterzellen ausgesproßt. Doch fanden sich in einzelnen Blüten neben den erwähnten auch manche ovale Zellen, die nach ihrer Menge zu urteilen, aus den eingeimpften hervorgegangen sein mußten.

Jedenfalls folgt aus dem gesamten Ergebnis, daß die Zusammensetzung des Blütenhonigs keinen Einfluß auf die Ausbildung dieser seltsamen Zellformen hat, denn es ist zweifellos anzunehmen, daß alle diese Blüten einen Honig von verschiedener Zusammensetzung secernieren.

Darnach kann die Meinung REUKAUFs, der die verschiedene Ausbildung des Pilzes auf die verschiedene Zusammensetzung des Nektars zurückführt, der Wirklichkeit nicht entsprechen.

Resultat:

1. In Blüten entwickeln sich aus ovalen Zellen vorzugsweise Dreizackformen, kleine aus 4 Zellen bestehende Sproßverbände.

Die Zusammensetzung des Blütenhonigs übt auf die Ausbildung der Dreizackformen keinen Einfluß aus. Der Pilz entwickelt sich in dieser Weise in allen Blüten, die Honig erzeugen.

2. Ovale Zellen, die nicht aussprossen, gehen in den Dauerzustand über. Für diesen ist die Bildung von mehreren kleinen oder einzelnen größeren Fetttropfen sowie die Umhüllung mit einer Schleimschicht charakteristisch.
3. In der Natur finden sich in den Blüten meist Dreizackformen mit gracilen Zellen. Daneben kommen auch ovale Einzelzellen vor. Im hängenden Tropfen entwickeln sich nur solche.

Die Dreizackformen bestehen in den meisten Fällen aus 4 Zellen, weshalb sie im Folgenden als „*Tetraden*“ bezeichnet sein mögen, und dem entsprechend können sich auch *Biaden*, *Triaden*, *Pentaden* usw. ausbilden.

Von den vielen verschiedenartigen Kulturen, die ich im Reagenzglas ausgeführt habe, und die in der ausführlichen Arbeit näher beschrieben werden, möchte ich hier nur den folgenden Versuch anführen:

Eine Anzahl Reagenzgläser wurden bis zu einem Drittel gefüllt:

a) mit einer Lösung, die in Leitungswasser 5% Rohrzucker und 15% Glukose enthielt;
b) mit der gleichen Lösung, die einen Zusatz von 2% Leucin erhielt.

In jedes Reagenzglas wurde ein Streifen steriles Filtrierpapier hineingeschoben, welches in die Flüssigkeit eintauchte und oben bis unterhalb des Watteverschlusses herausragte. Auf diese Weise entspricht das Substrat zum Teil wenigstens den natürlichen Verhältnissen. Ein großer Unterschied besteht immerhin: In der *Linaria*blüte befinden sich die Pilzzellen auf einer gerillten Epidermis oder auf rauhen Papillen, deren Zellen als Honigdrüsen funktionieren. Hier steht der Pilz unter den günstigeren Bedingungen der Ernährung, der Durchlüftung und möglicher Weise der Fortführung seiner Stoffwechselprodukte.

Eingeimpft wurden ovale Sproßhefen aus einer Reinzucht auf Würze-Agar. Nach 5 Tagen hatten sich in beiden Flüssigkeiten nur wieder eine Menge ovaler Einzelzellen ausgebildet. Die Flüssigkeiten wurden nun so geneigt, daß die Papierstreifen ganz eintauchten.

Die wieder aufrecht gestellten Kulturen, in denen die Papierstreifen mit Einzelzellen übersät waren, blieben zur weiteren Entwicklung vom 22. 7. 1916 bis 27. 7. 1916 bei gewöhnlicher Temperatur sich selbst überlassen.

Das Resultat fiel so aus, wie ich vermutet hatte. Unter den in stickstoffreier Lösung auf dem Papier ausgesproßten Zellen (Fig. 8) fanden sich in der Tat gracile Tetraden, die genau mit denen aus dem *Linaria*sporn übereinstimmten, daneben *Triaden* und *Biaden* (Fig. 8a, b und c). Die Hauptmenge bestand freilich aus ovalen Einzelzellen.

Ein anderes Aussehen zeigten die mit der stickstoffhaltigen Lösung ernährten Zellen. Diese waren voluminöser und hatten dichtes Plasma mit ein oder zwei Vakuolen. Auch hier fanden sich die kurzen Sproßverbände: Dreizackformen, Triaden und Doppelzellen. Der Unterschied liegt aber darin, daß die Zellen mit breiter Basis aneinanderhafteten. Die stielförmige Insertion fehlte: Die Sproßverbände bestanden also nicht aus gracilen, sondern aus ovalen Zellen (Fig. 9a, b und c). Die Hauptmenge machten gleichfalls die Einzelzellen aus.

In einer anderen Versuchsreihe (ohne Papierstreifen) kamen folgende Nährlösungen zur Anwendung:

a) Auf 50 ccm Leitungswasser = 4 g Glukose + 1 g Rohrzucker + 1 ccm Aprikosendekokt,

b) Auf 20 ccm Leitungswasser = 0,5 g Leucin + 0,25 g Asparagin.

2 Monate nach der Einimpfung hatten sich in der Lösung a meist einzelne Zellen zahlreich entwickelt. Dazwischen fanden sich auch vereinzelt Triaden und Tetraden.

In der Lösung b, der Stickstoffkultur, hatte sich nichts entwickelt. Der Pilz kann also aus den Amidosäuren die Komponenten der Kohlenhydrate nicht abspalten.

Das Ergebnis des Kulturversuches mit der Lösung a stimmt mit dem überein, das auch die beiden böhmischen Forscher O. SCHUSTER und V. ULEHLA erlangt hatten: sie beobachteten in älteren Kulturen neben Einzelzellen auch Tetraden.

Resultate:

1. In stickstoffreicher Nährlösung entwickeln sich nicht die typischen gracilen Zellen mit stielförmiger Insertion. Die Zellen werden oval oder länglich-oval und haften mit breiter Basis aneinander. Bisweilen können sie zu langgestreckten Formen übergehen.

2. Im hängenden Tropfen sprossen die gracilen Tetraden mit ovalen Zellen aus.
3. *In älteren, stickstoffarmen Kulturflüssigkeiten finden sich* neben ovalen Einzelzellen auch Tetraden mit mehr oder weniger gracil ausgebildeten Zellen.

Kulturen im hängenden Tropfen.

Von den vielen Kulturen, die ich im hohlen Glasklotz und im ausgehöhlten Objektträger ausgeführt, mögen hier nur die beiden folgenden beschrieben werden:

In den hängenden Tropfen über dem hohlen Glasklotz wurde eine gracile Doppelzelle gebracht und ihre Entwicklung unter dem Mikroskop verfolgt. Die Kulturflüssigkeit wurde so hergestellt, daß mehrere mit Nektar angefüllte *Linaria*sporne von Blüten, die unter Gazeverschluß aufgezogen worden waren, mit der geeigneten *Wassermenge wiederholt aufgekocht wurden.*

Die unter Fig. 10a, Taf. XIII, dargestellte Doppelzelle sproßte nach 3—4 Stunden *an dem stärkeren Ende mit zwei kleinen* Zweigen aus (Fig. 10b). Nach 6 Stunden war die kleine Kolonie (Fig. 10c) entstanden und nach weiteren 2 Stunden die Kolonie (Fig. 10d). Die Aussprossung blieb bis dahin nur auf die größere Einheit der Doppelzelle beschränkt, während die kleinere Komponente sich noch im Dauerzustand befand, wie sich dies auch an den beiden Fetttröpfchen erkennen ließ, die sich in ihrem Plasma deutlich abhoben. Als nach 12 Stunden die Kolonie (Fig. 10e) entstanden war, hatte diese Zelle ihren Dauerzustand verlassen und eine kleine runde Tochterzelle t polar gebildet. Bei diesem Vorgange waren die Fetttröpfchen verschwunden, mithin resorbiert und als Baumaterial verbraucht worden. Eine ähnliche Entwicklung ist in der Textfigur dargestellt. Alle diese Kolonien bezeichne ich *als „Strauchkolonien“; sie sind gradezu typisch für diese Art* des Kultivierens.

Wie verschieden die im hängenden Tropfen entwickelten Strauchkolonien denjenigen gegenüber sind, welche in Blüten gebildet werden, wird durch die folgende Versuchsreihe gezeigt:

Eine kräftig entwickelte Blumenkrone eines *Linaria*stockes wurde inficiert und in einem Glasröhrchen so aufbewahrt, daß die Spitze des Sporns in einem Wassertropfen stand. Gleichzeitig wurde aus den Blüten desselben Stockes eine genügend große Menge Honig gewonnen, die als hängender Tropfen über den hohlen Glasklotz an das abschließende Deckglas angetragen wurde. Aus derselben Kultur wurden einige ovale Zellen in den Sporn und in

den hängenden Tropfen eingeführt. Die Entwicklung dauerte 3 Tage *bei einer durchschnittlichen Temperatur* von 18—20°. Das Ergebnis ist auf Taf. XIII, Fig. 11a—d und Fig. 12a—e bei ca. 400-facher Vergrößerung wiedergegeben. Auffallend sind die langgestreckten Formen b und d aus der Spornkultur, die ich in Blüten freiwachsender Pflanzen sonst nicht oder nur selten — in einem Falle in einer *Delphinium*blüte (Taf. XIII, Fig. 13a—g) beobachtet habe.

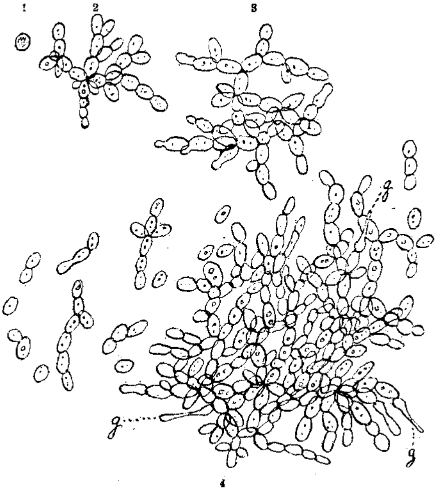


Abb. 1. 1. Eine Zelle aus einer Reinzucht auf Würze-Agar. 2. Dieselbe Zelle entwickelte *sich im hängenden Tropfen von Linariahonig zu einer kleinen* Strauchkolonie nach 48 Stunden. 3. Dieselbe Kolonie nach weiteren 8 Stunden. 4. Dieselbe Kolonie nach weiteren 40 Stunden. Es beginnt der Zerfall; einige Zellen (g) haben sich gracil ausgebildet. In den meisten Zellen Fettröpfchen.

*Diese schlanken Formen erinnern schon an Mycel*fäden; *sie* sind deswegen so selten, weil sie in den Blüten durch die Windbewegung oder durch den eingeführten Insektenrüssel leicht zum Zerfall gebracht werden. Der Unterschied in den beiden Kulturen, der in der gracilen und ovalen Aussprossung liegt, kann nicht schlagender nachgewiesen werden.

Monströse Formen.

Durch Zufall, als ich darauf ausging, die Bedingungen zu ermitteln, unter denen die Ausbildung der gracilen *Tetraden* erfolgt, beobachtete ich einige monströse Formen, die ich hier zur Kenntnis bringen möchte, um darzutun, daß die Plasmakonstitution den Pilz befähigt, eine große Anzahl recht mannigfaltiger Formen auszubilden.

Der Versuch verlief folgendermaßen: Ein *Linaria*sporn, der nur Dreizackhefen enthielt, wurde auf dem Objektträger der Länge nach halbiert und in einzelne Teile zerschnitten. Diese wurden unter Zusatz einer Mischung aus *Linaria*- und *Tropaeolum*honig in die Höhlung des Objektträgers geschoben, worauf das Deckglas mittelst Vaseline luftdicht aufgekittet wurde. Nach 24 Stunden hatten sich die schön schlanken Tetraden in eigentümlicher Weise verändert. Die freien Enden hatten sich mächtig kolbenförmig und zu großen blasenförmigen Zellen ausgebildet, die auf Taf. XIII, Fig. 14—16, wiedergegeben sind.

Diese monströsen Zellen waren aber nicht abgestorben, sondern sie sproßten, als sie in den hängenden Tropfen übergeführt worden waren, mit immer kleiner werdenden Tochterzellen zu Strauchkolonien aus.

Aber nicht genug des Merkwürdigen! Am Rande der Höhlung, wo die Flüssigkeitsschicht sehr dünn war, erschienen ganz andersartige Kolonien, als ich sie jemals zu beobachten Gelegenheit hatte. Von diesen habe ich eine auf Taf. XIII, Fig. 17, abgebildet. Ich bezeichne sie dem Aussehen entsprechend als „Netzkolonie."

Dieser eigenartige Sproßverband besteht also nur aus Tetraden und Triaden. Jede Tochterzelle produziert an ihrem freien Ende stets wieder eine Tetrade. Alle Zellen sind gracil und zeigen die stielförmige Insertion.

Noch überraschender war die Tatsache, daß solche gracilen, der Netzkolonie entnommenen Tetraden im hängenden Tropfen aus demselben Blütenhonig stets eine Strauchkolonie zur Entwicklung brachten.

Nun muß ich aber berichten, daß es mir nie gelang, in derselben Weise mit anderem Material eine Netzkolonie zum zweiten Male zur Ausbildung zu bringen.

Wohl ließ sich in einigen Präparaten noch Neubildung von Tetraden konstatieren; diese traten aber nur vereinzelt auf, keineswegs waren sie zur Netzkolonie vereinigt.

Den Gegensatz zu den durch den vorstehenden Kulturversuch erhaltenen Riesenzellen bilden Zellformen von sehr geringen Dimensionen, die ich als „Hungerformen" bezeichne. Am besten

erhält man sie, wenn man die Kulturlösung, Aprikosen- oder Pflaumendekokt, fortgesetzt verdünnt und in den hängenden Tropfen dann nur wenige Zellen hineinbringt. Die Häufchen, die man auf diese Weise durch Zerfall der Strauchkolonien erhält, sind nicht sehr voluminös, so daß sie nicht über das Gesichtsfeld des Mikroskops reichen. In seinem Bericht über das Gaslichtpapier usw. bildet LINDNER[1]) einen derartigen Cumulus ab.

In der Mitte einer solchen kreisförmigen Kolonie (Fig. 18) finden sich die größeren Zellen, am Rande die kleineren und kleinsten; ihr Durchmesser ist bisweilen so gering, daß man sie für Bakterien halten könnte. Bei der Züchtung im hängenden Tropfen entstehen daraus wieder größere Zellen und unter diesen auch vereinzelt kleine gracile Tetraden, deren Zellen wie Stäbchen aussehen.

Andere sehr bizarre Formen erhielt ich aus einer Reagenzglaskultur. Als Nährlösung wandte ich die von SCHUSTER und ULEHLA[2]) angegebene Lösung an, ließ aber das Pepton fort und setzte dafür 10% Traubenzucker. Eingeimpft wurden einige ovale Zellen aus einer Würze-Agar-Reinkultur. Die Lösung stand vom 14. 11. 1916 bis 31. 11. 1917. Von den mycelartig ausgewachsenen Hefen habe ich zwei in den Fig. 19 und 20 abgebildet. In dem in Fig. 20 dargestellten Mycelfaden habe ich durch eine besondere Methode, die ich in der ausführlichen Schrift mitteilen werde, die Zellkerne k gefärbt. An dem Faden (Fig. 20) zeigt eine sich abzweigende Zelle die stielförmige Insertion S. Am andern Mycelfaden fanden sich in dem blasenförmigen Ast kleine Kügelchen, die nicht Fetttropfen waren. Ob dies keimfähige Sporen waren, habe ich nicht mehr untersuchen können.

Schließlich konnte ich noch eine monströse Form, die ich als „überschlank" bezeichnen möchte, aus einer Blüte von *Delphinium elongatum* beobachten. Sie ist in Fig. 13a dargestellt. Eine ähnliche überschlanke Form wurde unter anderen weniger schlanken Zellen in einer Kultur im *Linaria*sporn angetroffen, in welchen einige ovale Hefen eingeimpft worden waren. Die Blüte stand 3 Tage im Glasröhrchen mit dem Sporn in einem Wassertropfen.

Die Anpassung des Pilzes an den Bienenrüssel.

Der Rüssel der Biene ist etwa 5 mm, der der Hummel 8 mm lang. Die für uns in Betracht kommende Teile sind die beiden

1) l. c.
2) l. c.

Nebenzungen und die Hauptzunge, welche seitlich eingerollt ist und am Ende ein Löffelchen trägt. Die Oberfläche ist mit parallelen Leisten besetzt, auf denen die schwach gekrümmten Härchen aufsitzen, die sich zumeist kreuzen, so daß ein förmliches Haarsieb gebildet wird. In der Mittellinie der Zunge bleibt ein feiner Kanal frei, durch welchen kleinere Pollenkörner und auch die ovalen Hefezellen mit dem Honig in den Vormagen mitaufgesaugt werden können.

Dagegen werden die Triaden und Tetraden in den Maschen dieses Haarnetzes vollkommen zurückgehalten. Gewöhnlich wird die voluminösere Mutterzelle zwischen den Härchen verankert, und die Tochterzellen ragen frei heraus (Fig. 21).

In dem Vor- oder Honigmagen habe ich nie Tri- und Tetraden angetroffen, wohl aber die ovalen Einzelzellen und vereinzelt auch Biaden. Die Hefen gehen in diesem Mageninhalt in den Dauerzustand über: es bilden sich in ihnen die Fetttröpfchen, und ihre Membran verschleimt. Für die Verbreitung des Pilzes sind diese Zellen nunmehr wertlos geworden. Bei den Hummeln werden sie mit dem Honig alsbald an die Larven verfüttert, und bei den Bienen gelangen sie schließlich in die gedeckelten Zellen.

Ganz anders verhalten sich die im Haarsieb der Zunge verankerten Tri- und Tetraden. Sobald der Rüssel in den Sporn eingeführt wird, stoßen sich die herausragenden Tochterzellen an den Sperrvorrichtungen ab und bleiben an ihnen haften. Dies wird leicht dadurch bewirkt, daß ihre Membran etwas verschleimt ist, und daß die Sperrvorrichtungen, die aus Papillen und Härchen bestehen, eine rauhe, mit kleinen Spitzen und Höckern besetzte Oberhaut besitzen. (Vgl. Fig. 23.)

Hat eine Biene oder Hummel eine Blüte besucht, in deren Sporn sich der Pilz zahlreich entwickelt hatte, so kann man regelmäßig auf dem Haarsieb der Zunge die verankerten Tetraden auffinden; aber auch Einzelzellen werden zurückgehalten. Um sie aufzufinden, schneidet man mit dem Scalpell die Zunge ab und bringt sie in den hängenden Tropfen einer Nährlösung, in der sich an den betreffenden Stellen bald Kolonien ausbilden.

Wird der Bienen- oder Hummelrüssel in den Sporn hineingeführt, so greifen die etwas gekrümmten, nach unten gerichteten Borstenhärchen wie ein Gabelsystem die ankerförmigen Tetraden förmlich heraus und umgekehrt halten die Sperrvorrichtung der noch nicht inficierten Blüten eine oder die andere der aus dem Haarsieb herausragenden Zellen leicht zurück. Auf diese Weise ist die Verbreitung des Pilzes gesichert.

Hieran schließt sich die Frage: Auf welche Weise gelangt der Pilz in die ersten Blüten? — Nur durch den Bienen- oder Hummelrüssel! Die Aussaat für das nächste Jahr findet sich stets im Haarsieb dieser Insekten. Bei den Hummeln ist es bekanntlich nur das befruchtete Weibchen, die Königin, die in einem Schlupfwinkel überwintert.

Im Jahre 1916 war der Winter schon ziemlich früh eingetreten, und am 15. Oktober kam in unserer Gegend (Friedrichshagen) ein plötzlicher Frost, der aller Blütenherrlichkeit ein Ende machte. Kurz darauf fand ich auf einem *Helianthus*kopf eine Hummelkönigin, auf deren Zunge ich den Pilz in 6 Tetraden auffand. Auch mehrere kleine Weibchen waren inficiert, doch kommen diese für die Verbreitung des Pilzes nicht in Betracht.

Leider trat in diesem Jahre (1917) der Frühling sehr spät ein. Erst am 5. Mai gelang es mir, die ersten Hummeln einzufangen: *es waren 6, von denen 4 im Haarsieb ihrer Rüssel mit* dem Pilz behaftet waren.

Die Hummeln flogen auf einen Stachelbeerstrauch, den sie bald ganz inficiert hatten. Schon am 7. Mai wurden über demselben Strauch 4 Hummeln eingefangen, von denen 3 den Pilz hinwegtragen wollten. Bemerkt sei noch, daß alle diese Hummeln Königinnen waren, die also den Winter überdauert hatten.

Diese Tatsachen können uns unzweifelhaft ein vollständiges Bild davon geben, wie es dem Pilz gelingt, von einer Vegetationsperiode zur anderen, lückenlos sein Dasein hinüberzuführen.

Man könnte nun die Frage stellen: Warum hat hier die natürliche Zuchtwahl nicht zur gänzlichen Ausschaltung der Einzelzellen geführt, die man häufig im Grunde des Sporns auffindet, wo sie von dem Bienenrüssel nicht so leicht erreicht werden? Auch diese Frage zu beantworten liegt im Bereich der Möglichkeit. Kultiviert man nämlich im hängenden Tropfen Tetraden und Einzelzellen nebeneinander, so bemerkt man, daß sich diese viel leichter als jene vermehren. Demnach wird auch ihre Ernährung, mithin ihr Stoffwechsel, energischer vor sich gehen. Um so zu sagen, dürfte daher der Organismus ein Interesse daran haben, diese Zellform zu erhalten, umsomehr, als die Entwicklungsperiode von Beginn der Infizierung bis zum Abfall der Blüte nur kurz ist. Deswegen ist schnelle Vermehrung erforderlich.

Anpassung an den Blütenbau.

Wie bereits im vorhergehenden Teil darauf hingewiesen ist, besitzen die Blütensporne und auch die Blumenkronröhren Sperr-

vorrichtungen, an denen die aus dem Haarsieb der Bienenzunge herausragenden Zellen abgefangen werden. Was zunächst den Sporn von *Linaria vulgaris* anbetrifft, so sind die sperrenden Papillen kegelförmig, mehrzellig und haben eine rauhe Cuticula.

Weiter kann man leicht erkennen, daß die ganze Epidermis mit parallel laufenden, dünnen Falten oder Leisten bedeckt ist, die unter einander anastomosieren (Fig. 22 u. 23).

Wie sich der Pilz dieser Blüteneinrichtung angepaßt hat, konnte ich bei einem Züchtungsversuch durch Autopsie erkennen: In die Höhlung des Objektträgers wurden Stücke der inneren Oberhaut des Sporns übertragen und *Linaria*honig zugegeben. Ausgesät wurden ovale Zellen aus einer Reinkultur im hängenden Tropfen. Aus einer dieser Zellen m (Fig. 22) entstanden durch Aussprossung zwei Tochterzellen, von denen sich die größere zu einer Tetrade entwickelte, die sich schon vor ihrer Ausbildung bei der Streckung ablöste. Während die Mutterzelle noch eine dritte Tochterzelle aussprossen ließ, streckte sich die Tetradenzelle noch weiter, und dadurch wurde ihre eine Seitenzelle und von der Mutterzelle auch die zweite Tochterzelle an den Leisten l der Oberhautzelle abgestoßen (Fig. 22). Diese Ablösung von seitlich entspringenden Zellen infolge von Streckungen konnte ich mehrfach beobachten. Die Anpassung liegt nun darin, daß durch diesen Vorgang eine gewisse Konstanz der Tetraden erzeugt wird, denn diejenigen, welche den Gleitprozeß überstehen, haben ein so festes Gefüge, daß sie auch durch den Bienenrüssel nicht zum Zerfall gebracht werden.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei *Delphinium elongatum*, dessen Sperrvorrichtungen aus längeren, dünneren Härchen bestehen, die mit kleinen Spitzen besetzt sind. Manche tragen am Ende eine drüsige Zelle, die wahrscheinlich eine klebrige Flüssigkeit absondert. Von ihrer Insertion aus verlaufen radiär die gleichen Cuticularleisten wie im *Linaria*sporn. Außerdem ist die Cuticula mit kleinen Knötchen übersät. Man ist daher nicht überrascht, daß die langen, zerbrechlich aussehenden Formen des sich in diesen Blüten findenden Pilzes (Fig. 13) ein genügend festes Gefüge haben, das auch durch Druck auf das Deckglas nicht zerstört wird.

Die lichte Weite des Sporns ist viel größer als wie bei *Linaria*, und weiter ist zu bedenken, daß die dünnen Härchen sich leicht der Wandung des Sporns anlegen.

Diese Verhältnisse machen es erklärlich, daß hier durch natürliche Zuchtwahl diese überschlanken Zellformen (Fig. 13a—g)

erzeugt wurden. Sie fanden sich in allen Blüten desselben Stockes und zeigten einen völlig formenreinen Bestand, es kamen darunter keine ovalen Einzelzellen noch andere fremde Formen vor. Daß es sich um keine fremde Art handelte, erwies sich durch die Aussprossung im hängenden Tropfen.

Wir sind daher wohl berechtigt, diese Formen als besondere Rasse aufzufassen: sie sei bezeichnet als *Anthomyces Reukaufii*, Rasse *gracillima*.

Den Gegensatz hierzu bildet eine Zwergform, die ich auf dem Rüssel einer Hummel fand, welche ich auf einem *Helianthus*-kopf eingefangen hatte (Fig. 25). Als die Zunge dieser Hummel in den hängenden Tropfen gebracht worden war, entwickelte sich daraus eine sehr zahlreiche Kolonie, deren Zellen alle die gleiche Größe hatten, so daß ich sie anfangs für eine andere Art hielt. Nach mehreren Monaten erschienen aber bei Zusatz von neuer Nahrung vereinzelte größere Zellen, die sich von den normalen nicht unterscheiden ließen. Bemerkenswert war, daß auch die gracilen Zellen, die in dieser Kolonie zu finden waren, entsprechend klein waren. Diese Hefe möge *Anthomyces Reukaufii*, Rasse *minor*, genannt sein, sie ist gleichfalls eine Anpassungsform, die durch natürliche Zuchtwahl entstanden ist (Fig. 25, mit Zeiß E. gezeichnet.) Die Blüten von *Helianthus* haben eine geringe lichte Weite, und durch ihre Staubbeutelröhre werden vollends die Zugänge zu dem Honigbehälter stark eingeengt. Der Honig ist also wie auch bei anderen Kompospositen schwer zugänglich. Dementsprechend würden die längeren Pilzzellen nicht dorthin gelangen, sondern schon an der Staubbeutelröhre haften bleiben.

Zuchtversuche in Blüten.

Aus der Mykologie der Hefen ist bekannt, daß man diese Organismen sogar an Flußsäure gewöhnen kann, und so stellte ich mir die Aufgabe, eine Form heranzuzüchten, welche auch im hängenden Tropfen die Netzkolonie ausbilde.

Diese Versuchsreihe wurde folgendermaßen ausgeführt:

Am 16. 8. 1917 wurden mehrere intakte *Linaria*blüten aus einer Reinkultur geimpft, die nur aus ovalen Zellen bestand. Nach 2 Tagen hatten sich in 3 der Blüten eine große Anzahl Tetraden entwickelt.

Auf dem Objektträger wurde ein Sporn in einem Tropfen verdünnten *Linaria*honigs zerrissen und die Tetraden in der Flüssigkeit verteilt. Auf einen anderen Objektträger, der an der einen schmalen Seite so zugeschnitten war, daß er in eine Spitze auslief,

wurden nach LINDNERs Vorgang mit der Ziehfeder kleine Tröpfchen aufgetragen, von denen eins ausgewählt wurde, welches 6 Tetraden enthielt. Dieses wurde über die an der Seite des Objektträgers auslaufende Spitze in den Sporn einer gut entwickelten *Linaria*-blüte gespült.

Auf diese Weise wurden mehrere *Linaria*blüten mit Tetraden inficiert. Tröpfchen, die mehr als 10 Tetraden hatten, wurden nicht verwendet. Für diese Impfversuche eignet sich mit gleichem Erfolge auch ein feiner, steril gehaltener Haarpinsel.

Die geimpften Blüten wurden nach 2—3 Tagen untersucht und, wenn sie geeignet waren, in der gleichen Weise, wie vorher angegeben, behandelt.

Nach jeder Impfung wurden einige der neugebildeten Tetraden im hängenden Tropfen auf ihre Sproßeigenschaften untersucht. Bis zur 10. nach einander fortgesetzten Impfung änderte sich das Bild nicht: es entwickelten sich Strauchkolonien. Mit der elften *und zum Teil auch mit der zehnten Impfung aber trat eine* Aenderung ein: es erschienen Netzkolonien, von denen die meisten dadurch merkwürdig waren, daß die Zellen viel kleiner waren als die der normalen Tetraden; nur einzelne Zellen waren auch größer (Fig. 24).

Es sei noch dazu bemerkt, daß sich nach den Impfungen stets mehr oder weniger Einzelzellen einstellten. Selten war einer der geimpften Sporne ganz frei davon.

Die so durch willkürliche Zuchtwahl neu entstandene Rasse sei als *Anthomyces Reukaufi*, Rasse *retiformis* bezeichnet.

Darnach bestehen in der Konstitution des Hefeplasmas zwei Bildungsprinzipien, die zur Ausbildung der ovalen oder der gracilen Form führen können. Diese bedingt schon aus mechanischen Gründen den Aufbau der Netzkolonie, jene läßt durch ihre Aussprossung die Strauchkolonie entstehen.

Bei dem Formenreichtum des Pilzes ist in der freien Natur für das DARWIN-HÄCKELsche Gesetz der natürlichen Zuchtwahl ein großer Spielraum gegeben; bei der Rassenbildung dürften aber auch äußere Einflüsse mitbeitragen: Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Nährlösung, Blüteneinrichtungen, Durchlüftungen, Temperatur u. a.

Die vorstehende Arbeit entstand auf Anregung von Prof. Dr. LINDNER, der mir auch eine Reinzucht des Pilzes übergab, wofür ich ihm hier meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1—4. Zellen von *Anthomyces Reukaufii* in der Perigonröhre von *Fritillaria imperialis* aussprossend. Vergr. 300.

Fig. 5—7. Die Pilzzellen erst in der *Fritillaria*blüte, dann in hängenden Tropfen gesproßt.

Fig. 8a, b, c. Zellen aus einer Rohrzuckerkultur.

Fig. 9a, b, c. Zellen aus einer Rohrzucker-Leucinkultur.

Fig. 10a—d. Zellen im hängenden Tropfen kultiviert.
d Strauchkolonie.

Fig. 11a—c. Zellen im *Linaria*sporn kultiviert.

Fig. 12a—e. Zellen im hohlen Objektträger in *Linaria*honig kultiviert.

Fig. 13a—g. *Anthomyces Reukaufii*, Rasse *gracillima*.

Fig. 14, 15, 16 Seltsame Formen des Pilzes aus einer Kultur im ausgehöhlten Objektträger.

Fig. 17. Aus demselben Präparat eine Netzkolonie.

Fig. 18. Ein Cumulus von verschieden großen Zellen einer Kultur im hängenden Tropfen.

Fig. 19. Mycelartig ausgewachsene Hefe aus einer Reagenzglaskultur.

Fig. 20. Die gleiche Hefe.

Fig. 21. Rand der Zunge einer Hummel mit verankerten Pilzzellen.

Fig. 22. Eine Oberhautzelle aus dem *Linaria*sporn mit den Cuticularleisten und darauf einige Zellen, die sich aus der Mutterzelle m entwickelt haben.

Fig. 23. Oberhautzelle aus dem *Delphinium*sporn mit den Sperrvorrichtungen: rauhe Cuticula und Härchen.

Fig. 24. *Anthomyces Reukaufii* Rasse *retiformis*.

Fig. 25. *Anthomyces Reukaufii* Rasse *minor*. Ver. Zeiß E, Okular II.

Ver. der übrigen Fig. 300.

Bericht

über die

am 6. August 1917 in Würzburg abgehaltene

einunddreißigste Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Seitdem des Krieges wegen die Generalversammlung in München im Jahre 1914 ausfallen mußte und die für Kiel in den Jahren 1915 und 1916 geplanten Versammlungen ebenfalls nicht zustande kamen, konnte in diesem Jahre, wie vor dem Kriege, gemeinsam mit den beiden Schwestergesellschaften eine Botanikertagung stattfinden, deren Verlauf den Entschluß, auch während des Krieges die gewohnten Versammlungen wieder aufzunehmen, vollauf rechtfertigte. — Ein gemeinsames Programm aller drei Gesellschaften ist den Mitgliedern im Juli zugestellt worden, nachdem die Einladung zur Generalversammlung in Heft 4 der Berichte veröffentlicht worden war. — Nach einer Exkursion in die Grettstadter Wiesen bei Schweinfurth versammelten sich die Teilnehmer am 5. August im Hotel zum Schwan in Würzburg, wo der übliche Begrüßungsabend stattfand. Am Montag, den 6. August, morgens 9 Uhr, eröffnete Herr DIELS im Botanischen Institut die Generalversammlung etwa mit folgenden Worten: „Unser Präsident, Herr Geheimrat REINKE, ist zu seinem Bedauern verhindert, an unserer Tagung teilzunehmen, auch sein Stellvertreter, Herr Professor WINKLER und ebenso die drei Vorsitzenden des Berliner Vorstandes können verschiedener Verpflichtungen wegen heute nicht unter uns anwesend sein. So ist es mir als ihr Vertreter eine besondere Freude, Sie hier begrüßen zu dürfen, insonderheit die verehrten Gäste, die wir heute in unserer Mitte sehen. — Ganz von

selbst geht unsere Erinnerung heute zurück zu unserer letzten Versammlung in Berlin. Fast vier Jahre sind seitdem verflossen. Es hat sich eine ungeheure Kluft aufgetan zwischen jener Vergangenheit und unserer Gegenwart, eine Kluft, die zu gewaltig ist, als daß wir sie geistig wirklich überspannen könnten. Zahlreiche Fäden mit jener Vergangenheit sind zerrissen, zertreten und halb schon mit Staub bedeckt. Da versteht es sich, daß wir unwillkürlich Scheu empfanden, an die Zeiten friedlicher Arbeit wieder anzuknüpfen, so lange der Kampf rings um unser Vaterland wütet. Allmählich aber ist mit der langen Dauer des Krieges diese Scheu gewichen vor der Überzeugung, daß wir durch Vertiefung in unsere Forschungsaufgaben und durch entschlossenes Fortschreiten auf den erprobten Bahnen wissenschaftlicher Arbeit unserem Volk auch in seiner jetzigen Not am besten dienen können, und daß es dies in erster Linie von uns fordert.

Von den befreundeten Botaniker-Vereinigungen haben die Vertreter der angewandten Botanik zuerst im vorigen Jahre sich wieder zum Austausch wissenschaftlicher Güter und zu persönlicher Aussprache versammelt. Seitdem ist der Wunsch auch in unserer Gesellschaft vorherrschend geworden, die lange verschobene Generalversammlung zu verwirklichen. Es war, wie Sie wissen, beschlossen, in Kiel zu tagen; davon mußte aus bekannten Gründen Abstand genommen werden. Mit Freude haben wir den Beschluß der vorbereitenden Kommission vernommen, stattdessen uns in Würzburg zu vereinigen, und mit Freude sind wir nun hier beisammen im schönen Frankenland, an der Stätte so alten und so erfolgreichen Forschens auf fast allen Gebieten unserer Wissenschaft. Alle Vorbedingungen, daß unsere Tagung guten Ertrag bringe, sind gegeben; so wünsche ich ihr denn vollen Erfolg!" — Darauf begrüßte Herr KNIEP die Versammlung und hieß die Teilnehmer herzlich willkommen in den alten Räumen des SACHSschen Instituts, in denen sich die Gesellschaft zum ersten Male seit ihrem Bestehen versammelt habe. Herr KNIEP gedachte seiner Vorgänger JULIUS SACHS und GREGOR KRAUS und sprach den Wunsch aus, daß die Gesellschaft unter günstigeren Bedingungen das schöne Würzburg einmal wieder als Versammlungsort wählen möchte. —

Herr DIELS berichtete dann kurz über den Stand der Gesellschaft. Seit der Tagung in Berlin sind 34 Mitglieder gestorben, wovon 9 im Felde geblieben sind. Die Namen der Verstorbenen sind in den Schlußheften der Berichte bereits veröffentlicht. Zum Andenken an die Verstorbenen erhoben sich die Anwesenden von ihren Plätzen. Durch den Beitritt neuer Fachgenossen hat

sich die Zahl der Mitglieder ungefähr auf dem alten Stand erhalten; die Gesellschaft zählt zurzeit 609 ordentliche Mitglieder. — Darauf berichtete der Schatzmeister, Herr APPEL, kurz über die finanziellen Verhältnisse der Gesellschaft. Unter dem Einfluß des Krieges sind die Preise für Papier und Druck so erhöht worden, daß wir an dem Vertrage mit dem Verleger nicht festhalten konnten, sondern einen Preisaufschlag von 20 pCt. bewilligen mußten. Der Voranschlag konnte infolgedessen nicht aufrecht erhalten werden, um so weniger, als der letzte Band der Berichte ganz besonders umfangreich war. Infolgedessen ist beschlossen worden, Arbeiten von Nichtmitgliedern einstweilen nicht mehr aufzunehmen und streng darauf zu achten, daß die Mitteilungen 8 Druckseiten möglichst nicht überschreiten. Auf diese Weise soll erreicht werden, daß der Verlust wieder ausgeglichen wird und sich die Ausgaben und Einnahmen für jedes Mitglied wieder die Wage halten. Daß auf jedes Mitglied im Vorjahre aus den Beiträgen 22,09 M. Einnahmen und 30,10 M. Ausgaben entfielen, ist indessen durch die erwähnten Mehrausgaben nicht erklärt, sondern der Fehlbetrag ist nicht zum wenigsten darauf zurückzuführen, daß die Zahlungen der Mitglieder im feindlichen Ausland ausblieben. Der Schatzmeister ist der Ansicht, daß nach dem Kriege ein Ausgleich durch Nachlieferung der Berichte geschaffen wird. Alle Einzelheiten des Kassenbestandes ergeben sich aus der Anlage (S. (6)). — Da zu dem Bericht des Schatzmeisters das Wort nicht gewünscht wurde, dankte Herr DIELS dem Schatzmeister und erteilte ihm im Namen der Gesellschaft Entlastung vorbehaltlich der Rechnungsprüfung. Als nächster Punkt stand auf der Tagesordnung Wahl des Ortes und der Zeit der nächsten Generalversammlung. Es wurde vorgeschlagen, die Wahl auszusetzen und es der Kommission zur Vorbereitung der Generalversammlung zu überlassen, sich über diesen Punkt zu einigen. Der Vorschlag wurde angenommen. Inzwischen hat sich auf Einladung der Hamburger Fachgenossen die Kommission für Hamburg als Ort der Versammlung entschieden; als Zeit kommt wieder Anfang August in Frage, falls nicht durch die Kriegsläufte eine Änderung eintreten muß. — Nach Erledigung einiger Anfragen über die geplante Spessartexkursion schloß Herr DIELS den geschäftlichen Teil der Sitzung, so daß nach einer kurzen Pause um 10 Uhr die angekündigten Vorträge gehalten werden konnten. Zunächst sprach Herr SIERP-Tübingen „Über den Einfluß des Lichtes auf das Wachstum der Pflanzen“ (s. S. (8)), worauf Herr KNIEP-Würzburg eine Anzahl mikroskopischer Präparate von Hymenomyceten demonstrierte, die die Entstehung des

Paarkernmycels, der *Schnallenbildung*, konjugierte Kernteilungen und die ersten Entwicklungsstadien von Basidien zeigten. Die einschlägigen Untersuchungen sind in der Zeitschrift für Botanik Bd. 7, 8, 9 (1915, 1916, 1917) unter dem Titel: „Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyceten III, IV, V“ veröffentlicht. Die Präparate waren im Mikroskopiersaal des Instituts aufgestellt, und im Anschluß an die Besichtigung hatten die Anwesenden Gelegenheit, auch die anderen Räume des Instituts zu sehen, dessen Inneneinrichtung im wesentlichen SACHS' Werk ist, während der Garten überall die Spuren GREGOR KRAUS' verriet. — Nach einer Mittagspause hielt Herr RENNER-München seinen Vortrag über: „Artbastarde und Bastardarten in der Gattung *Oenothera*“ (S. (21)), Herr DRUDE-Dresden sprach unter Vorlegung eines reichen Materials über: „Erfahrungen bei Kreuzungsversuchen mit *Cucurbita Pepo* (S. (26)) und Herr HARDER-Würzburg „Über die Beziehung der Keimung von Cyanophyceensporen zum Licht“ (S. (58)).

Um 4 Uhr 45 Min. konnte Herr DIELS mit bestem Dank an die Würzburger Herren die Sitzung schließen.

In die Teilnehmerliste hatten sich folgende Mitglieder eingetragen:

O. APPEL-Berlin,
W. BENECKE-Münster,
C. BRICK-Hamburg,
H. DINGLER-Aschaffenburg,
O. DRUDE-Dresden,
L. DIELS-Berlin,
A. ENGLER-Berlin,
P. ESSER-Cöln,
R. EWERT-Proskau,
K. GIESENHAGEN-München,
R. HARDER-Würzburg,
P. HINNEBERG-Altona,
G. KARSTEN-Halle a. S.,
L. KIESSLING-Weihenstephan,
H. KNIEP-Würzburg,
M. KOERNICKE-Bonn,
R. KOLKWITZ-Berlin,
E. LEHMANN-Tübingen,
R. LIESKE-Heidelberg,
H. MIEHE-Berlin,
K. MÜLLER-Augustenberg,
M. PLAUT-Hohenheim,
O. RENNER-München,
H. ROSS-München,
H. SCHENCK-Darmstadt,
H. SIERP-Tübingen,
E. TIEGS-Berlin,
A. VOIGT-Hamburg,
W. WÄCHTER-Berlin,
W. WOLLENWEBER-Berlin.

Als Gäste nahmen an den Verhandlungen teil die Herren AGHARKAR, GENTNER, C. GROPENGIESSER, GLADBACH, GÜNTHER, PLAETZER, SCHECHER, THEEL und Frl. J. WESTERDIJK.

Die meisten Mitglieder besuchten am 7. und 8. August die Sitzungen der Freien Vereinigung für Systematik und Pflanzengeographie und der Vereinigungen für angewandte Botanik. Die

Beteiligung an der Exkursion nach Karlsstadt und in den Spessart hielt sich in den durch die Verpflegungsverhältnisse gebotenen Grenzen. — Wenn trotz der Kriegslage in Würzburg auch der gesellige Teil programmmäßig und zu Aller Zufriedenheit verlief, so danken wir dies nächst der in jeder Beziehung günstigen Lage Würzburgs vor allem den Herren KNIEP und HARDER, die es sich in jeder Weise hatten angelegen sein lassen, uns den Aufenthalt in der alten Bischofsstadt angenehm zu gestalten.

J. REINKE
Präsident.

W. WÄCHTER
Sekretär.

Anlage.

Rechnungsablage für das Jahr 1916.

	M.	Pf.	M.	Pf.
Vermögen am 1. Januar 1916	21 650	29		
Einnahmen:				
Mitgliederbeiträge.				
(Zu zahlen sind für 1916:				
464 Mitglieder je 20 M. . . . . . . = 9 280 M.				
davon vorausbezahlt . . 80,— M.				
1916 bezahlt . . . . . 9 200,— „ 9 280 „ (w.v.)				
Gezahlt wurden 1916:				
für *1916*: a) *Beiträge* . . *9 200,— M.*				
b) Mehrzahlungen 27,14 „				
„ frühere Jahre . . . 760,— „				
„ spätere Jahre . . . 263,— „ 10 250,14 M.				
Zinsen aus dem Depot und Kontokorrent . . . . 995,70 „				
Gewinnanteil an Band XXXIV . . . 348,60 „	11 594	14	33 244	73
Ausgaben:				
Band XXXIV der Berichte, 475 Exemplare . . .	9 306	28		
Formulare und Drucksachen	401	20		
Honorare	1 960	—		
Ehrungen	151	50		
Porto:				
für Schriftwechsel . . . . 158,08 M.				
für Versendung der Berichte usw. . . 1056,10 „	1 214	18		
Sonstiges	930	12	13 963	28
			19 281	45

Es haben betragen:

die Ausgaben . . . . 13 963,28 M.
die Einnahmen aus den Beiträgen . . 10 250,14 „
so daß die Ausgaben um . . . . . . 3 713,14 M.
höher sind als die Einnahmen.

Bei 464 zahlenden Mitgliedern entfallen auf jedes Mitglied 22,09 M. Einnahmen, 30,10 M. Ausgaben.

	M.	Pf.	M.	Pf.
Voranschlag für 1917.				
Vermögen am 1. Januar 1917			19 281	45
Einnahmen:				
Beiträge (500 je 20 M.)	10 000	—		
Zinsen	1 000	—		
Gewinnanteil	358	55	11 358	55
			30 640	—
Ausgaben:				
Berichte	7 400	—		
Vordrucke und Drucksachen	400	—		
Honorare	1 960	—		
Ehrungen	200	—		
Porto	1 200	—		
Sonstiges	480	—	11 640	—
Vermögen am 31. Dezember 1917			19 000	—

Berlin-Dahlem, den 31. Juli 1917.

Der Schatzmeister: APPEL.

Geprüft und richtig befunden

Berlin-Dahlem, den 15. Oktober 1917

G. LINDAU. TH. LOESENER.

Mit dem Jahre 1917 wird ein neuer Posten in der Abrechnung erscheinen. Durch Vorstandsbeschluß ist einem Antrage der Kommission für Errichtung einer SPRENGEL- und KÖLREUTER-Ehrung stattgegeben worden und der nach Abzug eines Zuschusses von 500 M. zu dem im Kgl. Botan. Garten gesetzten SPRENGEL-Gedenkstein verbleibende Restbetrag von 600 M. in die Verwaltung der D. B. G. aufgenommen worden. APPEL.

Mitteilungen.

I. Hermann Sierp: Ueber den Einfluß des Lichts auf das Wachstum der Pflanzen[1]).

(Mit 4 Abb. im Text.)

Die alte von SACHS[2]) und seinen Schülern[3]) begründete Ansicht, daß das Licht einen hemmenden Einfluß auf das Wachstum der Pflanzen ausübe, hat durch neuere Untersuchungen eine gewisse Einschränkung erfahren müssen. Ungefähr gleichzeitig untersuchten neuerdings BLAAUW[4]) und VOGT[3]), wie sich das Wachstum eines sich im Dunkeln entwickelnden Pflanzenorgans ändert, wenn dieses plötzlich einer Lichtmenge von bestimmter Intensität ausgesetzt wird. Der erstere führte seine Untersuchungen mit dem Sporangienträger von *Phycomyces nitens* aus, während letzterer mit der Koleoptile von *Avena sativa* arbeitete. Die Pflanzen wurden bei diesen Untersuchungen unter konstanten äußeren Bedingungen im Dunkeln aufgezogen und die Zuwachsgrößen mit Hilfe eines Horizontalmikroskopes bei rotem Licht in kurzen Zeitintervallen, etwa alle 2 resp. 3 Minuten, abgelesen. War das Wachstum ein gleichmäßiges, so wurden die Pflanzen plötzlich mit einer Lichtmenge von bestimmter Meter-Kerzen-Sekundenzahl beleuchtet und nun in denselben Zeitintervallen wie im Dunkeln das Wachstum messend verfolgt.

BLAAUW fand, daß der im Dunkeln gewachsene Sporangienträger ungefähr 3—4 Minuten nach Beginn der Belichtung das bis dahin gleichmäßige Wachstum ändert. Diese Änderung führte zu

---

1) Die ausführliche Arbeit erscheint an anderer Stelle.

2) J. SACHS, Über den Einfluß der Lufttemperatur und des Tageslichts auf d. stündl. und tägl. Änderungen d. Längenwachstums (Streckung) der Internodien. Arb. d. Würzb. Inst. I. S. 99.

3) Weitere Literaturangaben siehe bei: E. VOGT, Über den Einfluß des Lichts auf das Wachstum der Koleoptile von *Avena sativa*. Zeitschr. f. Bot. VII, 1915, S. 198.

4) H. A. BLAAUW, Licht und Wachstum I. Zeitschrift f. Botanik, VI, 1914, S. 640.

einer raschen und kräftigen Wachstumssteigerung, die nach etwa 7 Minuten ihren höchsten Wert erreichte, einen Wert, der den vor der Belichtung festgestellten wohl um das Doppelte bis Dreifache übertraf. Nunmehr setzte eine ebenso rasche Verminderung der Wachstumsgeschwindigkeit ein, die nach weiteren 4—8 Minuten den ursprünglichen Wert wieder herbeiführte. Bei den verschiedenen zur Anwendung kommenden Lichtmengen verlief die Reaktion ungefähr gleichsinnig, nur waren die Ausschläge und Zeitwerte etwas verschieden. BLAAUW nannte diese eigene Wachstumsweise, die nach jeder Beleuchtung eintrat, „Photowachstumsreaktion“[1]).

Auch bei der Koleoptile von *Avena sativa* konnte VOGT eine ähnliche Wirkung des Lichts feststellen. Wie bei dem Sporangienträger von *Phycomyces* blieb auch hier eine Zeitlang das Wachstum nach der Belichtung unverändert, dann aber trat, meistens nach 15 Minuten eine Aenderung der Wachstumsgeschwindigkeit ein. Während bei dem Sporangienträger von *Phycomyces* nun aber gleich eine Wachstumssteigerung einsetzte, fand VOGT bei der Koleoptile von *Avena*, daß das Wachstum zunächst geringer wurde; es sank auf ein Minimum herab, das etwa 24 Minuten nach der Belichtung erreicht war, erst dann setzte auch hier eine recht beträchtliche fördernde Wirkung des Lichts ein, die zu einem Maximum führte, um auch dann auf den vor der Belichtung festgestellten Wert wieder herab zu sinken. Im normalen Fall dauerte diese Reaktion 1—$1^1/_2$ Stunden.

Die Versuchsanordnung VOGTs war der BLAAUWS sehr ähnlich, nur trafen die Lichtstrahlen in verschiedener Weise das Versuchsobjekt. BLAAUW stellte 8 kleine Spiegel, die unter einem Winkel von 45° geneigt waren, gleichmäßig um den Sporangienträger auf, während VOGT ohne diese Spiegel das Licht senkrecht von oben einfallen ließ. Trotz dieser verschiedenen Versuchsanordnung, die ja einen Vergleich der von beiden gewonnenen Resultate nicht durchführen läßt, darf doch gesagt werden, daß bei der Koleoptile von *Avena sativa* viel größere Lichtintensitäten nötig sind, um die oben gekennzeichnete Reaktion hervorzurufen. Erst wenn eine 16-kerzige Lampe, in einem Meter Entfernung auf-

1) In der diesem Vortrag anschließenden Diskussion wurde angeregt, doch für die Vox hybrida „Photowachstumsreaktion“ einen besseren Ausdruck zu suchen. Es wird aus der Versammlung vorgeschlagen zum wenigsten „Lichtwachstumsreaktion“ zu sagen. Wenn dieses Wort ja schon eine Besserung bedeutet, so ist doch damit der Stein des Anstoßes nicht beseitigt. Das Wort ganz zu verdeutschen wird nicht leicht sein, es in „Photauxesisreaktion“ zu verwandeln, beseitigt die Schwierigkeit ebenso wenig. Ich ziehe es vor, in meinen weiteren Ausführungen von „Lichtwachstumsreaktion“ zu sprechen.

gestellt, 3 Minuten lang brannte, d. h. wenn eine Lichtintensität von 2880 M. K. S. angewandt wurde, trat die Reaktion deutlich hervor. BLAAUW konnte bei seiner Versuchsanordnung bereits bei einer Lichtmenge von 1 M. K. S. die Reaktion erkennen.

Auch bei der Koleoptile von *Avena sativa* ändert sich die Lichtwachstumreaktion je nach der angewandten Intensität der Beleuchtung und der Zeit, in der diese wirken konnte. Sie trat um so stärker hervor, je höher die Lichtintensität war und je länger die Wirkungszeit dauerte. Besonders zu erwähnen ist der Versuch VOGTs, wo das Licht nach der Belichtung dauernd erhalten blieb. In diesem Falle stellte man die Reaktion gleichfalls fest, woraus VOGT den Schluß zieht, daß es sich nicht um eine kombinierte Wirkung von Licht und Dunkelheit hier handele. Die besprochene Lichtwachstumsreaktion wurde aber in der beschriebenen Weise nur bei Lichtintensitäten bis zu 1500 M. K. gefunden. Bei Anwendung von noch höheren Intensitäten traten ganz neue Verhältnisse auf. Gleich zu Beginn der Belichtung stieg das Wachstum rasch zu hohem Werte an, um gleich wieder stark zu sinken. Die dem Sinken folgende Wachstumsgeschwindigkeit erreichte nun aber nicht mehr die vor der Belichtung festgestellte Höhe.

Meine Untersuchungen, über die ich hier berichten möchte, wurden ausschließlich mit der Koleoptile von *Avena sativa* vorgenommen, lehnen sich also eng an die Untersuchungen VOGTs an; suchen aber das Problem der Wirkung des Lichts auf das Wachstum der Pflanzen von einer anderen Seite zu fassen. Wir wissen ja, daß das Wachstum der pflanzlichen Organe zumeist nicht gleichmäßig verläuft, sondern daß es erst langsam beginnt, stärker und stärker wird, ein Maximum erreicht, um von da an wieder zu fallen. Diese von SACHS als große Periode bezeichnete Wachstumsart finden wir auch bei der Koleoptile von *Avena sativa*, und zwar tritt diese große Periode sowohl im Licht, wie in der Dunkelheit auf, wie dies VOGT bereits durch eine Anzahl von Versuchen festgestellt hat[1]). In diesen Versuchen wurde eine „Dunkelkultur" jedesmal mit einer „Lichtkultur" verglichen, die bei einer bestimmten Intensität (5, 25, 100 und 1000 M. K.) aufgewachsen war. VOGT macht ferner auf die Gesetzmäßigkeiten aufmerksam, die sich aus seinen Zahlen ergeben. Je höher die zur Anwendung kommende Lichtintensität war, um so früher das Maximum eintrete, um so tiefer der Wert dieses liege und um so früher das Wachstum der Koleoptile beendet sei. Wir sehen aus

1) E. VOGT l. c. S. 197

diesen Befunden bereits, daß das Licht auf den gesamten Wachstumsverlauf eine ganz bestimmte Wirkung ausübt, und ich glaube, daß ein weiteres Verfolgen dieser Frage für unsere Kenntnisse über den Einfluß des Lichts auf das Wachstum der Pflanzen nicht unwichtig ist. Was ich mir zu beantworten vornahm, waren die folgenden drei Fragen: Einmal kam es mir darauf an, die gerade erwähnten Versuche VOGTs weiter zu verfolgen und zu erfahren, ob sich nicht weitere Gesetzmäßigkeiten ergeben, wenn man die Lichtkulturen, die verschiedenen Intensitäten entsprechen, untereinander vergleicht, sodann frug ich mich, was geschieht, wenn während der Entwicklung eine bis dahin konstante Lichtintensität in eine solche von höherer Intensität, und was, wenn eine Lichtintensität in eine solche von niederer Intensität übergeführt wird.

Doch bevor ich zu diesen Versuchen übergehe, muß ich das Wichtigste sagen über die Versuchsanordnung, von der ja bei diesen Versuchen so vieles abhängt und vor allem in unserem Falle, wo es darauf ankommt, die äußeren Bedingungen über mehrere Tage konstant zu halten.

Versuchsanordnung[1]).

Alle meine Versuche wurden in einem geräumigen Kellerraum ausgeführt, dessen Fenster und Zugänge gut verdunkelt waren. Ein Ventilator, des öfteren am Tage in Bewegung gesetzt, sorgte für die Erneuerung der Luft. Eine Heizeinrichtung wurde nicht angewandt, da die Temperatur in den Sommermonaten, in dem die meisten Versuche ausgeführt wurden, nur um ein Geringes schwankte, sie stieg langsam von 16,5 auf 18,0 ° C. Auch der Feuchtigkeitsgehalt der Luft erwies sich in diesen Monaten als verhältnismäßig konstant.

Ich unterließ es neben einander mehrere Versuche zu machen, wie dies z. B. VOGT getan hat, sondern machte die einzelnen Versuche alle hintereinander. Um die großen individuellen Schwankungen wenigstens einigermaßen auszugleichen, wurden zu jedem Versuch 10 Pflanzen benutzt. Diese wurden auf einer Glasplatte in einem Kreise aufgestellt, die auf der horizontalen Scheibe eines Klinostaten befestigt ward. Die Ablesungen geschahen mit Hilfe des Horizontalmikroskopes. Die gleichzeitige Beobachtung mehrerer Pflanzen ergab natürlich den großen Nachteil, daß nunmehr die elektrische Lichtquelle nicht mehr genau senkrecht über den Ver-

1) Einzelheiten der hier zur Anwendung kommenden Versuchsmethode müssen in der ausführlichen Arbeit angesehen werden.

suchsobjekten stand, sondern die Strahlen bildeten mit den Vertikalen einen, wenn auch kleinen Winkel (= c. 5°).

Die einzelnen Pflanzen waren nicht, wie man dies bisher immer getan hat, in Erde eingepflanzt. Ich benutzte statt dessen kleine Gläschen von 10 cm Höhe, die ungefähr 1 cm hoch mit Nährlösung gefüllt wurden. In diese Gläschen wurde ein Glasstreifen schräg hinein gestellt, der ringsherum der Länge nach mit einem entsprechend großen Streifen Fließpapier umwickelt war. Oben in das Fließpapier wurde in einer angebrachten Öffnung je ein entspeltzter Same so hinein gesteckt, daß die Seite mit der Plumula nach außen gerichtet war. Diese Versuchsanordnung hat abgesehen davon, daß nunmehr immer den Pflanzen die gleichen Nährstoffe zur Verfügung standen, den weiteren viel wichtigeren Vorteil, daß man die Pflanzen während des Versuches nicht begießen mußte. Wie wichtig letzteres ist, mag der folgende mit *Lepidium sativum* angestellte Versuch zeigen. Das hypokotyle Glied dieser Pflanze befindet sich im aufsteigenden Ast der großen Periode. Der Pfeil gibt den Zeitpunkt an, in dem die Pflanze *vorsichtig aber kräftig begossen wurde.*

Zeit	1^{5} .... 5^{33} .... 5^{38} ... 5^{43} ....
Zuwachs	durchschn. in 5 Min. 0,5 — 0,5 — 0,6
Zeit	.... 5^{48} .... ↓ .... 5^{53} .... 5^{58} .... 6^{3} .... 6^{8} .... 6^{13} ...
Zuwachs	0,5 ↓ 1,8 — 1,4 — 1,0 — 0,9 — 0,7
Zeit	.... 6^{18} ... 6^{23} .... 6^{28} .... 6^{33} .... 6^{38} .... 6^{43} ... 6^{48} ...
Zuwachs	0,6 — 0,5 — 0,6 — 0,4 — 0,3 — 0,3 — 0,3
Zeit	.... 6^{53} .... 8^{13} .... 9^{29} .....
Zuwachs	0,3 durchschn. in 5 Min. 0,4 — durchschn. in 5 Min 0,5
Zeit	am anderen Morgen .... 9^{50} .... 12^{4} ....
Zuwachs	durchschn. in 5 Min. 0,45 — durchschn. in 5 Min. 0,5
Zeit	.... 2^{30} .... 4^{50}
Zuwachs	durchschn. in 5 Min. 0,6 — durchschn. in 5 Min. 0,7
	Teilstriche im Mikroskop.

Wir beobachten also gleich nach dem Begießen ein sehr energisches Emporschnellen und auf dieses ein Herabdrücken der beobachteten Spitze. Dieser Vorgang erinnert sehr an eine Wachstumsreaktion. Ob aber wirklich eine solche vorliegt oder nur ein physikalischer Vorgang, vermag ich nach meinen wenigen darauf-

hin unternommenen Untersuchungen nicht zu sagen. Mir kam es vorläufig einzig und allein darauf an, zu zeigen, daß es gut ist, das Begießen während des Versuches zu unterlassen.

I.

Die „Lichtkulturen" VOGTs waren nur mit den gleichzeitig mit diesen angesetzten „Dunkelkulturen" vergleichbar, denn nur für diese herrschten jeweils die gleichen Verhältnisse. Ein Vergleich der „Lichtkulturen" untereinander war ihm nicht möglich. Diese Lücke habe ich zunächst auszufüllen versucht. Meine Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1.

Licht-intensität	Dunkel	16 kerz.-rotes Licht	16 M. K.	600 M. K.	4000 M. K.
1. Halbtag	4,2	5,6	5,4	6 4	7,7
2. „	6,1	7,8	8,1	8,5	9,3
3. „	8,0	9,7	9,9	10,4	5,2
4. „	9,3	10,5	12,7	9,3	
5. „	nicht weiter beobachtet	14,3	12,8	8,5	
6. „		14 4	10,0	3,2	
7. „		6,7	4,9	1,2	
8. „		1,4	1,8		

Die Zahlen der Tabelle geben die durchschnittliche Wachstumsgeschwindigkeit an den betreffenden Halbtagen in μ wieder. Das Wachstum der Dunkelpflanzen ließ sich nur wenige Halbtage verfolgen; es traten nämlich sehr bald Nutationen ein, die ein weiteres genaues Ablesen mit dem Horizontalmikroskop unmöglich machten.

Wie in den Versuchen VOGTs tritt auch hier die große Periode des Wachstums bei allen zur Anwendung kommenden

Lichtintensitäten deutlich hervor. Ebenso *finden wir die von* VOGT *gefundenen Gesetzmäßigkeiten bestätigt: Das Maximum der großen Periode und der Abschluß des Gesamtwachstums tritt um so früher ein, je höher die Lichtintensität war, ebenso nimmt mit zunehmender Lichtintensität die Höhe des Maximums ab.*

Die Zahlen lehren uns aber noch etwas anderes. Vergleichen wir die Werte der einzelnen Halbtage bei den verschiedenen Intensitäten, also die einzelnen Horizontalreihen einmal genauer miteinander. An dem ersten Tage sind die Werte um so größer, je höher die zur Anwendung kommende Lichtintensität war[1]). Dasselbe gilt auch noch für den zweiten Halbtag. Anders wird es am dritten Halbtag. Hier liegt der Wert nicht mehr bei der größten Intensität von 4000 M. K., sondern bei der geringeren Intensität von 600 M. K. Bei der höchsten Intensität hat sich an diesem Halbtag bereits die von VOGT festgestellte hemmende Wirkung geltend gemacht, der es zuzuschreiben ist, daß das Maximum der Horizontalreihe an die geringere Intensität übergegangen ist. Am vierten Halbtag liegt nunmehr das Maximum bei der Lichtintensität von 16 M. K. u. s. f. Um dieses deutlicher zu machen, sind in der Tabelle die Maxima der Vertikalreihe **fett** gedruckt und die Maxima der Horizontalreihe unterstrichen.

Aus dieser Beobachtung ergibt sich, daß im aufsteigenden Ast der großen Periode die Wachstumsgeschwindigkeit anfänglich um so größer ist, je höher die Intensität des Lichtes ist, unter der die Koleoptile aufwächst. Wir erkennen also auch hier eine beschleunigende Wirkung durch das Licht. Diese beschleunigende Wirkung macht sehr bald der bekannten hemmenden Platz, die das Maximum früher eintreten läßt, die es im Werte herabdrückt, und die das Wachstum früher beendet.

Wir können uns ein sehr gutes Bild von dem Wachstumsverlauf machen, wenn wir uns die Wachstumskurven bei den verschiedenen Intensitäten gleichzeitig aufzeichnen. Wir tragen also auf der Abszissenachse die einzelnen Halbtage auf und auf den zugehörenden Ordinaten die festgestellten durchschnittlichen Geschwindigkeitswerte des Wachstums. Wir erhalten dann ungefähr das folgende Bild.

---

1) Eine Ausnahme macht der Wert 5,6 bei 16-kerz. rotem Licht, der etwas zu hoch, oder wenn man will, der Wert 5,4 bei 16 M. K., der etwas zu niedrig ist. Diese kleine Unregelmäßigkeit ist sicherlich auf die individuellen Schwankungen zurückzuführen.

Abb. 1.

Die Buchstaben in den einzelnen Kurven entsprechen den verschiedenen Intensitäten und zwar so, daß Kurve a den Wachstumsverlauf der im Dunkeln aufgewachsenen Koleoptile wiedergibt, Kurve b den bei der geringsten zur Anwendung kommenden Intensität, Kurve c bei der nächst höheren u. s. f. Wir sehen, daß am ersten Halbtage die Kurve der höheren Intensität durchwegs über der der niederen liegt. Dies ändert sich aber bald, denn auf die fördernde Wirkung des Lichts folgt sehr bald, und zwar um so früher, je höher die Lichtintensität ist, die hemmende Wirkung. Die Kurve, die der höchsten Intensität entspricht,

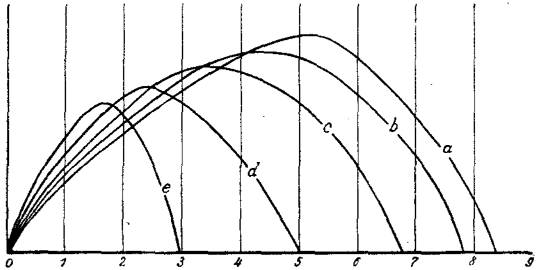


Abb. 1.

durchschneidet deshalb auch zunächst die zu den geringeren Intensitäten gehörenden Kurven. Am dritten Halbtag hat sich nun aber auch bei der zweithöchsten Intensität die hemmende Wirkung soweit geltend gemacht, daß auch diese die anderen durchschneidet und so geht es fort.

II.

Bei den weiteren Versuchen ließ ich die Koleoptilen eine bestimmte Zeit bei einer Lichtintensität sich entwickeln und dann wurde diese in eine solche von höherer Intensität übergeführt. In einer ersten Versuchsreihe wurde jeweils am Ende der einzelnen in Betracht kommenden Halbtage diese Änderung vorgenommen. In den einzelnen Versuchen dieser Reihe waren die beiden Licht-

intensitäten vor und nach der Änderung immer die gleichen. In der zweiten Versuchsreihe wählte ich für alle Versuche den gleichen Zeitpunkt. *Dieses Mal* wurden dann aber *die Lichtintensitäten* variiert. Ich gebe die Resultate dieser Versuchsreihen gleich in Form schematischer Kurven wieder und verweise im übrigen auf die ausführliche Arbeit.

Abb. 2.

Die Kurven in Abb. 2 geben die Ergebnisse der ersten Versuchsreihe wieder. Auch hier habe ich die einzelnen in Betracht kommenden Kurven mit a, b, . . . bezeichnet. Wären die Koleoptilen bei der anfänglichen Intensität weiter gewachsen, so hätte das Wachstum

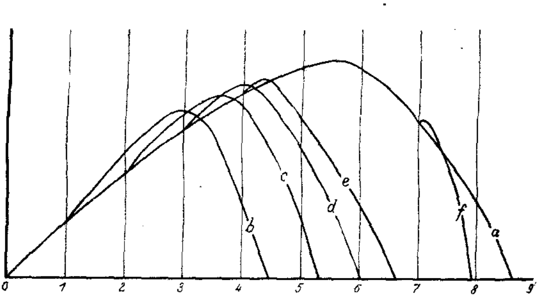


Abb. 2.

einen Verlauf genommen, wie dies die Kurve a zeigt. Nun wurde im ersten Versuch (Kurve b) am Ende des ersten Halbtages die Intensität in eine beträchtlich höhere geändert. Was ist der Erfolg dieser Änderung? Wir sehen, daß das Wachstum dieser Koleoptilen *in ihrer Geschwindigkeit eine Zunahme erfahren gegenüber* den Koleoptilen, die bei der anfänglichen Intensität weiter gewachsen wären, der Ast der Kurve b erhebt sich anfangs über den der Kurve a. Das Maximum, das die Kurve b erreicht, liegt nun aber nicht mehr so hoch wie das der Kurve a und tritt viel früher ein, *ebenso wird das Wachstum früher abgeschlossen. Wir finden also* hier die gleichen Wirkungen des Lichts wieder: **eine anfängliche Steigerung des Wachstums, dann aber eine Herabdrückung**

des Maximum, ein früheres Eintreten desselben und eine frühere Beendigung des Gesamtwachstums der Koleoptile. Wurde die Änderung nicht am Ende des ersten, sondern am Ende des zweiten Tages vorgenommen, so beobachten wir das gleiche, nur dauert hier die fördernde Wirkung nicht so lange an, die Hemmung setzt entsprechend früher ein. Das gilt auch für die weiteren Versuche: Je später die Lichtintensitätsänderung vorgenommen wird, um so kürzere Zeit dauert die fördernde Wirkung durch das Licht und um so früher setzt die hemmende Wirkung ein.

Den gleichen Kurvenverlauf bekommt man auch, wenn man die Intensitätsänderung im absteigenden Ast der großen Periode

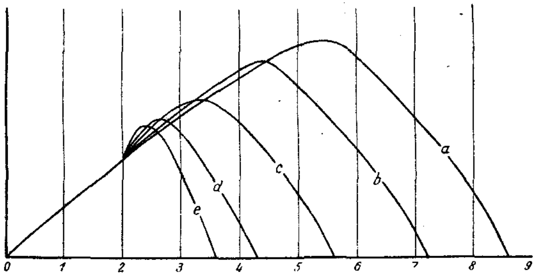


Abb. 3.

vornimmt, wie dies die Kurve f zeigt. Dies Ergebnis ist für uns recht wichtig, wir werden gleich noch einmal darauf zurückzukommen haben. Ich gehe deshalb gleich zur zweiten Versuchsreihe über, deren Ergebnisse in der Abb. 3 dargestellt sind.

Abb. 3.

Auch hier stellt Kurve a wieder das Wachstum der Koleoptilen dar, welches wir erhalten hätten, wenn diese bei der anfänglichen Intensität weitergewachsen wären. Bei den Koleoptilen, deren Wachstumsverlauf durch die anderen Knrven dargestellt ist, wurde die Intensität am Ende des zweiten Halbtages bei den einzeluen Versuchen in verschiedene höhere übergeführt und

zwar sind diese um so höher, eine je höhere Stellung der Buchstabe im Alphabet einnimmt, der an den betreffenden Kurven steht. Auch hier stellen wir die gleichen Wirkungen wieder fest. Wir sehen aber weiter, *daß die anfängliche Wachstumssteigerung um so energischer ist, je höher die Lichtintensität war, in die die Koleoptilen gebracht wurden, daß auch in der gleichen Weise die hemmende Wirkung mit steigender Lichtintensität größer und größer wird.*

Man wird nach diesen Ergebnissen unwillkürlich auf die Frage hingelenkt, wie diese mit den von VOGT festgestellten Resultaten im Einklang stehen. VOGT hat auch Versuche gemacht, in denen er nach der Belichtung die Koleoptilen in dem geänderten Licht ließ. Seine diesbezüglichen Versuche sind für uns recht interessant. Er verfuhr dabei so, daß er von zwei gleichzeitig im Dunkeln aufgezogenen Pflanzen die eine belichtete, während die andere verdunkelt blieb. Der Zuwachs wurde alle halbe Stunde abgelesen. Seine Ergebnisse gebe ich in der folgenden Tabelle wieder.

Tabelle 2.

Bei 1600 M. K. blieb der Lichtkeimling	0	Stunden	ü. d. für den Dunkelkeimling gemessenen Wert.
„ 1000 „ „ „ „	0—2 (3 Versuche)	„	ü. d. für den Dunkelkeimling gemessenen Wert.
„ 400 „ „ „ „	2	„	ü. d. für den Dunkelkeimling gemessenen Wert.
„ 200 „ „ „ „	4—4½	„	ü. d. für den Dunkelkeimling gemessenen Wert.
„ 100 „ „ „ „	6—8	„	ü. d. für den Dunkelkeimling gemessenen Wert.
„ 16 „ „ „ „	14	„	ü. d. für den Dunkelkeimling gemessenen Wert.
„ 5 „ „ „ „	16	„	ü. d. für den Dunkelkeimling gemessenen Wert.

Würden wir in derselben Weise, wie wir es oben getan haben, diese Ergebnisse in Kurven uns aufzeichnen, so bekämen wir ein der Abb. 3 entsprechendes Bild. VOGT sieht in dieser zum Teil recht anhaltenden fördernden Wirkung eine Folge der Lichtwachstumsreaktion. Ich glaube indes, daß diese einzig und allein auf das Konto der in der Pflanze steckenden und durch äußere Bedingungen in ganz bestimmter Weise abänderbaren Wachstumsweise, die wir große Periode nennen, zu schieben ist. Eine ganz andere Frage ist, ob und wie die von BLAAUW für den Sporan-

gienträger von *Phycomyces* und von VOGT auch für die Koleoptile von *Avena sativa* festgestellte Lichtwachstumsreaktion mit der hier festgestellten Wirkung des Lichts in irgend einem Zusammenhang steht. Ich kann auf diese Fragen hier nicht des weiteren eingehen. Ich will nur sagen, daß meine Untersuchungen in dieser Richtung mir ergaben, daß es sich jedenfalls um zwei nebeneinander erfolgende Wirkungen handelt, die sich allerdings oft decken können, wie dies z. B. in der Nähe des Maximums der großen Periode geschieht. Daß es aber zwei nebeneinander hergehende Wirkungen durch das Licht sind, ergibt sich übrigens schon aus dem in den Kurven 2 in Kurve f zur Darstellung gekommenen Versuch, in dem die Lichtänderung in dem absteigenden Ast der großen Periode durchgeführt wurde. Was wir hier beobachten ist einzig die Lichtwachstumsreaktion, eine Förderung, die in der großen Periode begründet ist, kann ja nicht in Betracht kommen. Führt man dagegen die Lichtänderung in dem aufsteigenden Ast *der großen Periode, aber gleich zu* Beginn des Wachstums durch, so tritt die Lichtwachstumsreaktion unabhängig von der hier mitgeteilten charakteristischen Änderung der großen Periode durch das Licht auf. Dieser Versuch lehrt deutlich, daß die beiden Wirkungen durch das Licht nebeneinander herlaufen können. Will man etwa diese beiden Wirkungen unterscheiden, so könnte man die Lichtwachstumsreaktion die „primäre" Wirkung und die andere die „sekundäre" Wirkung des Lichts nennen.

III.

Die letzten Versuche hatten, wie gesagt, den Zweck, zu untersuchen, wie das Wachstum der Koleoptile sich ändert, wenn die Lichtintensität plötzlich in eine von geringerer Intensität übergeführt wird. Bekanntlich sagt SACHS, daß Dunkelheit auf das Wachstum fördernd wirkt. VOGT hat auch diese Frage in den Kreis seiner interessanten Untersuchungen einbezogen, konnte aber wenigstens keine primäre Wirkung der Dunkelheit feststellen. Eine der Lichtwachstumsreaktion entsprechende Dunkelheitwachstumsreaktion gibt es also für die Koleoptile von *Avena* nicht. Wohl aber gibt es eine der oben genannten „sekundären" Licht-Wirkung entsprechende der Dunkelheit, die aber keineswegs etwa eine fördernde Wirkung ist, sondern zunächst eine d u r c h g r e i f e n d e h e m m e n d e ist, wie die folgenden Versuche ergeben, die ich entsprechend den früheren Versuchen gleich in Form von Kurven wiedergebe.

Abb. 4.

In den hier mitgeteilten Versuchen wurden die Koleoptilen eine zeitlang in Licht von ca. 700 M. K. aufgezogen und dann verdunkelt. Kurve a gibt den Wachstumsverlauf an, wenn die Pflanzen ständig bei der anfänglichen Lichtintensität geblieben wären. In einem ersten Versuch wurde die Lichtquelle in der *Mitte des ersten Halbtages beseitigt, in* dem *zweiten* entwickelte sich die Koleoptile vom Ende des zweiten Tages an in Dunkelheit weiter. Wir sehen in beiden Fällen als die erste Folge der Verdunkelung *eine* starke Abnahme des Wachstums, *die* nach einiger Zeit in eine fördernde Wirkung übergeht, und zwar war diese anfängliche Hemmung um so stärker,

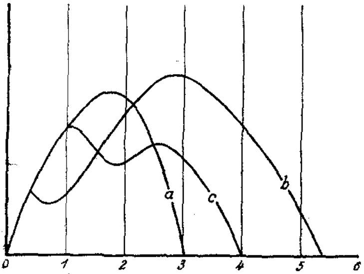


Abb. 4.

je länger die Pflanze im Licht war. Im ersten Versuch ist ferner *die auf die Hemmung folgende Förderung* viel größer wie in dem zweiten, wo das Maximum nicht einmal mehr zu der Höhe emporsteigt, die die in dem anfänglichen Licht verbleibende Kultur zeigt. Die auf die Hemmung folgende Förderung *ist also* um so geringer, je länger die Kultur in der vor der Verdunkelung herrschenden Lichtintensität stand.

Überblicken wir das Ganze, so können wir, wenn wir von der Lichtwachstumsreaktion absehen, zusammenfassend sagen, daß Licht bei der Koleoptile von *Avena sativa* zunächst fördert und dann hemmt, daß aber entsprechend *Dunkelheit* zunächst hemmt und dann fördert.

2. O. Renner: Artbastarde und Bastardarten in der Gattung Oenothera.

In einer demnächst erscheinenden Arbeit[1]) habe ich den Nachweis geführt, daß die durch DE VRIES bekannt gewordenen Vererbungsanomalien der Artkreuzungen in der Gattung *Oenothera*: erstens Mehrförmigkeit, in den klarsten Fällen Vierförmigkeit der F_1-Generation, zweitens verschiedenes Ergebnis reziproker Kreuzungen, das nichts anderes ist als verkappte Zwei- oder Vierförmigkeit, drittens weitgehende Konstanz der späteren Bastardgenerationen, daß diese drei vom MENDELschen Schema abweichenden Erscheinungen auf eine und dieselbe Ursache zurückzuführen sind, *nämlich auf eine besondere Art von Heterozygotie der zu den* Kreuzungen verwendeten Spezies, die auch bei den künstlich hergestellten Mischlingen wieder zur Ausprägung kommt. Die Heterozygotie ist derart, daß trotz einer großen Zahl von genotypischen Unterschieden in der Hauptsache nur zwei Typen von Keimzellen gebildet werden, zwei in sich sehr fest zusammenhängende Komplexe von Erbanlagen auftreten, von denen keiner unter den mir bis jetzt bekannten in homozygotischer Kombination lebensfähig ist.

Oenothera Lamarckiana, biennis, muricata, suaveolens sind Bastardarten, die durch partielles, selektives Sterilwerden teils von Samen, teils schon von Keimzellen (bei Heterogamie) sich praktisch konstant erhalten. Jede Kreuzung führt zunächst, in F_2, zu einer Spaltung nach gewissen Merkmalen, doch werden die meisten Bastardtypen nach wenigen Generationen so stabil wie die spontan vorkommenden „Arten". Statt mit DE VRIES anzunehmen, daß die Komplexheterozygotie, wie ich die besondere gametische Konstitution dieser Formen nenne, durch spontane Mutation ins Leben getreten ist, stelle ich die naheliegende Hypothese auf: die ersten komplexheterozygotischen Arten der Gattung *Oenothera* sind durch Kreuzung homozygotischer Arten entstanden; durch

1) Versuche über die gametische Konstitution der Önotheren. In Zeitschr. f. Abst. u. Vererbungslehre, 1917, Bd. 18. Eine vorläufige Mitteilung in diesen Berichten, 1916, Bd. XXXIV, S. 858. — In der Sitzung der Gesellschaft in Würzburg wurde an der Hand von Lichtbildern und von lebendem Material eine zusammenfassende Darstellung meiner Resultate gegeben.

Spaltungsvorgänge, durch Neukombination von Faktoren sind die primär vereinigten Anlagenkomplexe so verändert worden, daß sie homozygotisch nicht mehr verwirklicht werden können; gelegentlich tritt im Gefolge dieser Veränderungen noch Geschlechtsbegrenztheit der Komplexe auf, d. h. die Komplexe erwerben die Eigentümlichkeit der Heterogamie.

Die Richtigkeit der Hypothese wird dann als erwiesen gelten dürfen, wenn es gelingt durch Kreuzung zweier homozygotischer Arten irgend einen konstanten komplexheterozygotischen Typus zu erzeugen. Dieses Unternehmen scheint mir noch wichtiger als die von DAVIS mit gutem Erfolg versuchte Synthese einer bestimmten spontan entstandenen Art wie *O. Lamarckiana* aus bereits heterozygotischen Arten oder aus einer heterozygotischen und einer homozygotischen Art. Solche Spezies, die nach den Erfahrungen von DE VRIES im Verdacht der Homozygotie stehen (*O. Hookeri, Cockerelli, strigosa*), habe ich aber erst in diesem Sommer in Kultur nehmen und kreuzen können. Dafür habe ich bei den heurigen Kulturen mein Augenmerk vornehmlich auf solche Fälle gerichtet, in denen die Lebensfähigkeit oder wenigstens die Wachstumsenergie einer Komplexverbindung verschieden ausfällt je nach dem zygotischen Vorleben der Komplexe. Natürlich ist es noch immer etwas anderes, ob eine heterozygotische Verbindung durch die Veränderung einer oder beider Komponenten lebensunfähig wird, oder ob dasselbe bei homozygotischer Verwirklichung eines Komplexes geschieht, der im haploiden Zustand, in Form von Keimzellen, noch sehr wohl lebensfähig ist. Doch wissen wir durch HERIBERT-NILSSON, daß *O. Lamarckiana* nicht lebensfähig ist, sobald sie in dem bei gewissen Stämmen heterozygotisch verwirklichten Rotnervenfaktor homozygotisch wird, und meine jetzt schon ziemlich ausgedehnten Erfahrungen haben mich noch mit keiner einzigen Form bekannt gemacht, die in bezug auf den Rotnervenfaktor homozygotisch realisiert werden kann. Daß der auch bei *O. biennis* und *O. muricata*-Venedig heterozygotisch existierende Rotnervenfaktor von einem ursprünglich in homozygotischem Zustand lebensfähigen Komplex stammt, hat zunächst ebensoviel Wahrscheinlichkeit wie die zweite Möglichkeit, daß der Rotfaktor durch spontane Mutation und gleich mit der Eigenschaft, homozygotisch sich selber nicht ertragen zu können, entstanden ist. Wenn dieser Rotnervenfaktor die Kraft hat bei homozygotischem Vorhandensein einer im übrigen sehr wohl lebensfähigen heterozygotischen Komplexverbindung die Möglichkeit der Entwicklung zu nehmen, so können ebensogut irgendwelche anderen Faktoren, die

durch Kreuzung in einen Komplex hineingetragen werden, diesen so beeinflussen, daß er die ursprünglich vorhandene Fähigkeit homozygotischer Existenz verliert. Vielleicht gelingt es noch einmal einen bestimmten „letalen“ Faktor oder eine Mehrzahl verschiedener solcher Gene ausfindig zu machen, die in der Verbindung mit den Komplexen der heterozygotischen Arten die homozygotische Verwirklichung dieser Komplexe verhindern, während sie als Bestandteile anderer Komplexe diese hemmende Wirkung nicht entfalten. Aber auch ohne solche klarere Einsicht in die Bedingungen der partiellen Sterilität mag es gelegentlich glücken durch Kreuzung die „letalen“ Faktoren von einem Komplex abzusprengen, so daß er wieder homozygotisch existenzfähig wird. Ein Erfolg in dieser Richtung wäre sehr erwünscht, weil wir doch mit Augen zu sehen begehren, wie die Biotypen, deren Phänotypus wir bis jetzt nur mit Hilfe des Vergleichs zahlreicher heterozygotischer Verbindungen in undeutlichen Umrissen konstruieren können, als leibhaftige diploide homozygotische Pflanzenwesen äußerlich geartet sind. DE VRIES hat übrigens, wie er vor kurzem berichtet hat, schon homozygotische Mutanten von *O. Lamarckiana* in Händen[1]).

Die mitzuteilenden Erfahrungen können sehr kurz dargestellt werden, wenn wir die schon an anderen Orten angegebenen Formeln für die gametische Konstitution der Arten vor Augen haben.

O. Lamarckiana ist $\left.\begin{matrix}\textit{velans}\\ \textit{gaudens}\end{matrix}\right\}$ ♀ · $\left.\begin{matrix}\textit{velans}\\ \textit{gaudens}\end{matrix}\right\}$ ♂ oder *velans* ♀ ♂ · *gaudens* ♀ ♂.

O. biennis ist $\left.\begin{matrix}\textit{albicans}\\ \textit{rubens}\end{matrix}\right\}$ ♀ · *rubens* ♂ oder *albicans* ♀ · *rubens* ♀ ♂ ·

O. suaveolens ist $\left.\begin{matrix}\textit{albicans}\\ \textit{flavens}\end{matrix}\right\}$ ♀ · *flavens* ♂ oder *albicans* ♀ · *flavens* ♀ ♂ ·

O. muricata ist *rigens* ♀ · *curvans* ♂ ·

I. Die Abhängigkeit der Wachstumsenergie der Zygoten von dem zygotischen Vorleben der Haploidkomplexe.

A. Die Verbindung zweier Komplexe ist kräftiger, wenn sie durch Kreuzung der Arten, als wenn sie durch Kreuzung von Bastarden hergestellt wird. 1. *O. (biennis* × *Lamarckiana) velutina* = *albicans* · *velans* ist dunkelgrün. Dieselbe Verbindung *albicans* · *velans* ist, besonders in den ersten Wochen

1) DE VRIES, Halbmutanten und Zwillingsbastarde. Diese Berichte, dieser Jahrgang, S. 128. Die betreffenden Mutanten sind *velutina*, *deserens* *decipiens*.

nach der Keimung, gelblich grün, wenn sie durch Kreuzung von *O. (biennis* × *Lamarckiana) laeta* ♀ mit *O. (muricata* × *Lamarckiana) velutina* ♂ gewonnen wird. 2. *O. (muricata* × *Lamarckiana) velutina* = *rigens* · *velans* ist dunkelgrün und kräftig an Stengeln und Blättern. Dieselbe Verbindung ist ausgesprochen gelbgrün, schwächlich und dünnstengelig, wenn sie durch Kreuzung von *O. (muricata* × *Lam.) laeta* ♀ mit dem Zwillingsbruder, *O. (muricata* × *Lam.) velutina* ♂, gewonnen wird.

B. Die Verbindung zweier Komplexe ist schwächer, wenn sie durch Kreuzung der Arten, als wenn sie durch Kreuzung einer Art mit einem Bastard hergestellt wird. 1. *O. (biennis* × *suaveolens) flava* = *rubens* · *flavens* ist bei der Keimung ganz gelb und bleibt zeitlebens gelblich und schwach. Dieselbe Verbindung ist von der Keimung an satt grün und wächst hoch und stark, wenn sie durch Kreuzung von *O. biennis* ♀ mit *O. (Lam.* × *suaveolens) suavilaeta* ♂ (= *gaudens* · *flavens*) gewonnen wird. 2. *O. (Lamarckiana* × *muricata) gracilis* = *velans* · *curvans* ist schwächlich und gelblich. Dieselbe Verbindung ist dunkelgrün und kräftig, wenn sie durch Kreuzung von *O. (muricata* × *Lam.) velutina* ♀ (= *rigens* · *velans*) mit *O. muricata* ♂ gewonnen wird.

C. Die Verbindung zweier Komplexe ist nicht lebensfähig, wenn beide Komplexe aus den Arten stammen, sie ist lebensfähig, wenn ein Komplex aus einem Bastard stammt. 1. Die Kombination *gaudens* · *curvans* ist durch Kreuzung von *O. Lamarckiana* ♀ mit *O. muricata* ♂ nur in Form von winzigen, ohne Chlorophyllbildung absterbenden Keimlingen zu erhalten. Sie wächst als robuste, saftig grüne gracilis-Form auf, wenn sie aus der Kreuzung *O. (muricata* × *Lamarck.) laeta* (= *rigens* · *gaudens*) × *muricata* gewonnen wird. 2. Die Kombination *rigens* · *rubens* ist durch Kreuzung von *O. muricata*-Venedig mit *O. biennis* ♂ nur in Form von tauben Samen zu erhalten. Sie wächst zu einer hohen, reich verzweigten, dunkelgrünen Form auf, wenn sie aus der Kreuzung *O. (muricata* × *Lam.) laeta* × *biennis* gewonnen wird.

D. Die Verbindung zweier Komplexe ist lebensfähig, wenn die Komplexe aus den Arten stammen, sie ist nicht lebensfähig, wenn die Komplexe aus dem Bastard stammen: Bastardsterilität. Der schon erwähnte Mischling *O. (Lamarckiana* × *muricata) gracilis* ist zwar schwach, entwickelt sich bei guter Pflege aber doch regelmäßig bis zur Blüte- und sogar zur Fruchtbildung. Die Früchte enthalten bei Selbstbestäubung zahlreiche kleine immer taube Samen. Die Zygoten werden teils

velans · velans, also als Homozygoten von vornherein zum Absterben verurteilt sein, teils sind sie wohl *velans · curvans* und müßten die Bastardform *gracilis* reproduzieren. Tatsächlich haben weder DE VRIES noch ich einen keimfähigen Samen der *gracilis* gefunden.

II. Isogamie und Heterogamie.

Der Übergang von isogamem in heterogames Verhalten scheint bei dem *rubens*-Komplex der *O. biennis* vorzukommen. In meiner Rasse der *O. biennis* ist *rubens* isogam, in einem Teil der Samenanlagen wie im Pollen aktiv. In *O. (Lamarckiana × biennis) fallax* = *velans · rubens* dagegen fehlen *rubens*-Eizellen fast ganz. Denn bei Bestäubung der *fallax* mit dem Pollen von *O. (biennis × Lam.) laeta*, also mit *gaudens*-Pollen, sind fast alle Samen gesund und geben *velans · gaudens* = *Lamarckiana;* taube Samen, Repräsentanten der immer lebensunfähigen Kombination *rubens · gaudens*, sind sehr selten. Entsprechend sind bei Bestäubung der *fallax* mit dem Pollen von *O. (biennis×Lam.) velutina*, also mit *velans*-Pollen, fast alle Samen taub, als Homozygoten *velans · velans*; gesunde Samen, aus denen wohl *fallax* = *rubens · velans* hervorgeht, sind sehr selten.

III. Verschiedene Wachstumsgeschwindigkeit verschiedener Pollentypen.

Die Variabilität fast aller Zahlenverhältnisse bei der Züchtung der *Oenothera* hat die Vermutung wach gerufen, daß Pollenzellen, die verschiedene haploide Genotypen darstellen, verschiedene physiologische Konstanten haben, auch wenn sie in einem und demselben Pollensack entstehen. Der *curvans*-Pollen der kurzgriffeligen *O. muricata* hat, wenn er der Art entnommen wird, geringe Wachstumsenergie, denn in den Fruchtknoten von langgriffligen Arten wie *O. Lamarckiana, Hookeri* werden nur die oberen Samenanlagen befruchtet, wenn man die Blüten mit *muricata*-Pollen bestäubt. Diese Schwächlichkeit scheint der *curvans*-Pollen zu behalten, wenn er von dem Bastard *O. (Lamarckiana×muricata) gracilis* gebildet wird. Denn die Kreuzung *O. biennis×(Lam.×mur.) gracilis* lieferte auf 37 Individuen, die teils *velutina* = *albicans · velans*, teils *fallax* = *rubens · velans* waren, ein einziges Individuum vom Typus *O. (biennis×muricata)* also *albicans · curvans*. Aus diesen Zahlen geht hervor, daß der *curvans*-Pollen langsamer wächst als der *velans*-Pollen.

Ich möchte nicht verfehlen, schon jetzt den Herren H. BADER, E. BANZENMACHER und K. NEUBRONNER in Ulm öffentlich meinen wärmsten Dank dafür zu sagen, daß sie es mir möglich gemacht haben, meine Kulturen in dem vergangenen Sommer fortzuführen.

Ulm, Festungshauptlazarett, im September 1917.

3. Oscar Drude: Erfahrungen bei Kreuzungsversuchen mit Cucurbita Pepo.

(*Mit Taf. (I) und 3 Abb. im Text.*)

Von dem Bestreben geleitet auf einem Gebiete, welches mich von jeher stark fesselte und dessen riesenhafte Fortschritte jeden Botaniker älterer Generation geradezu hinreißen mußten, an einheitlichem Objekt eigene Erfahrungen zu sammeln, habe ich in der bei der Neuanlage des Dresdner Botanischen Gartens im Jahre 1892 *eingerichteten Versuchsstation für Pflanzenkultur erst einige Vor*versuche eingeleitet und wählte dann seit dem Jahre 1900 die Rassen von *Cucurbita Pepo* mit ihren Unterarten und ihren verwandten Arten *C. maxima* und *ficifolia* zu einheitlich fortgesetzten Versuchen über Bastarderzeugung und über die Wirkung der Rassenkreuzung auf Gestalt, Größe und Farbe der Kürbisfrüchte. Ich wünschte damit auch eine in Gartenbaukreisen verbreitete, sehr unwahrscheinliche Meinung zu entscheiden, nämlich die, daß bei Bestäubungen der weiblichen Blüten einer bestimmten Fruchtform mit Pollenträgern von anderen Fruchtformen die direkt daraus hervorgehende Frucht, also bereits die P-Generation, ihren Formcharakter ändern könne, und daß demnach an einer und derselben Pflanze je nach der Bestäubung mit dieser oder jener fremden Form ganz verschieden gestaltete Kürbisse reifen könnten. Es traf natürlich nicht zu; die Früchte an jeder Pflanze haben, auch bei der größesten Mannigfaltigkeit unter ihren „mendelnden" Geschwistern, stets ganz einheitlichen Charakter und weichen nur jahreszeitlich, bzw. nach ihrem Reifezustande unter sich ein wenig in Größe und Färbung ab. Die irrige Meinung ist sicherlich durch das wirre Durcheinanderwachsen aufspaltender Geschwisterreihen entstanden, deren auf eine frühere Kreuzung (oft unbekannter Art) zurückzuführende Formverschiedenheit man auf die Bestäubung desselben

Jahres hin entstanden dachte. — War dieser Irrtum bald beseitigt, so zeigte der Verlauf geordneter Kreuzungen doch bald eine Vielseitigkeit und mancherlei Überraschungen, die zu Beginn meiner Versuche um das Jahr 1900 noch nicht so ausreichender Erklärung, oder wenigstens wissenschaftlicher Diskussion zugänglich waren, wie in dem *heutigen weit vorgeschrittenen zweiten Jahrzehnt der* durch Mendelismus geklärten experimentellen Vererbungslehre. So erregte die Vielgestalt der Geschwisterfrüchte aus einer einheitlichen Bestäubung, zumal aus einer einzigen Frucht einer als rein angesehenen Sorte, über welche ich im September 1903 in der der Casseler Generalversammlung unserer D. B. G. folgenden Sektionssitzung Vorlagen brachte (2), vielseitiges Interesse und lenkte *schon damals die Fortsetzung dieser Versuche* in ganz richtige Richtung.

Ihre Deutung aber damals, daß die aus den unreinen Linien der gärtnerischen Kulturrassen herstammenden bunten Formen aus derselben Frucht Beispiele für unbestimmte (fluktuierende) Variation mit großer Streuung seien, stand noch im Zeichen alter Anschauungen und ist sogleich jetzt in der Absicht des heutigen *Vortrages umzugestalten, daß ich in diesen Aufspaltungen und* Gestaltänderungen, teils mit, teils ohne Übereinstimmung mit den nach G. MENDEL zu machenden Voraussetzungen, nunmehr vortreffliche und weiterer Erforschung würdige Beispiele der damals (1903, S. 193) unter d genannten „Neugestaltung durch fruchtbare Kreuzung" erblicke.

Denn es zeigte sich im Verlauf der Jahre immer deutlicher, daß bei den *Kürbiskreuzungen von Rassen, die als „konstant"* aus dem gärtnerischen Samenverkehr gewonnen waren, mancherlei eigenartiges zutage trat, was durchaus nicht in die Regeln normaler MENDELscher Spaltung hineinpaßte, daß im Gegenteil eine rasche Neubildung einzelner konstanter Formen eintrat, deren Formverhältnisse in einzelnen Fällen von den Eigenschaften des einen Elters so gut wie nichts offenbarten und anderen Früchten glichen, welche a u s e i n e r g a n z a n d e r e n K r e u z u n g a b s t a m m t e n. Diese Resultate erscheinen wichtig im Sinne neuer Eigenschaften von Rassen auf hybridem Wege und reihen sich in ihren Zielen etwa solchen Versuchen an, wie sie von E. LEHMANN (5) an den Rassen von *Veronica agrestis* gemacht worden sind.

In dieser Tendenz hatte ich selbst die einmal angefangenen Beobachtungen Jahr für Jahr fortgesetzt und halte sie auch jetzt noch längst nicht für abgeschlossen. Ich arbeitete nach dem genannten Vortrage in Cassel hauptsächlich in dem von E. TSCHER-

MAK (12) 1902 klargelegten Sinne: die analytische Auflösung des Gesamtcharakters jeder Elternform in die Einzelmerkmale und ihre Verfolgung in freier Kombinierung aus der väterlichen und mütterlichen Merkmalsumme, Bildung aller möglichen Kombinationen der Einzelmerkmale und auch Bildung neuer, ganz oder teilweise konstanter Kombinationen — gegenüber der als falsch verworfenen Meinung: „daß Rassenbastarde im Lauf der Generationen mit Sicherheit in die Formen der Stammeltern zurückschlagen müssen." Ich wünschte konstante neue Merkmalkombinationen aus Rassen, Varietäten oder sogar fruchtbar kreuzungsfähigen „Elementararten" zu gewinnen.

Damit glaube ich die allgemeine Tendenz dieses Vortrages kurz angegeben zu haben. In der General-Versammlung in Würzburg konnte ich manches durch die *Erstlingsfrüchte* dieses Jahres 1917 belegen, daneben den Gang der Züchtungen durch ganze Reihen von Lichtbildern. Hier muß ich mich mit kurzen Darlegungen und wenigen Abbildungen begnügen und bitte dieselben daher als Angabe der wichtigsten bisher erlangten Erfahrungen hinzunehmen und als Hinweis, daß in *Cucurbita Pepo* ein vortreffliches und bequemes Zucht- und Demonstrationsbeispiel in botanischen Gärten für Rassenkreuzung und Variation vorliegt, dessen genauere Durcharbeitung auf Analyse der Erbeinheiten noch harrt.

Nach NAUDINs bekannten älteren Arbeiten (10) scheint überhaupt der Kürbis zu eingehenderen Kreuzungsversuchen nicht benutzt worden zu sein. Nur in Hinsicht auf Vererbung quantitativ differierender Merkmale, deren Resultate E. LEHMANN (6) 1914 in einem Sammelreferat kurz zusammengefaßt hat, hat *C. Pepo* zu einer Arbeit R. A. EMERSONS (4) gedient. Ihr Resultat war, daß der Variabilitätskoëffizient bei Kreuzung quantitativer Charaktere in der F_1-Generation ungefähr die gleiche Größe besitzt, wie die Eltern, daß er aber dann in der darauf folgenden F_2-Generation ganz erheblich viel größer ist. Beispiel für zwei Kürbisse: in P_1 Variab.-K. 17 und 16 pCt., in F_1 gestiegen auf 19 pCt., aber in F_2 auf 43 pCt. —

Ohne genauere Zahlennachweise kann ich dies ebenso wie das Zurückgehen des Variabilitätskoëffizienten in F_3 bestätigen; doch ist das Verhalten der *einzelnen* aus Individualzüchtung hervorgehenden Familien bereits in F_2 oft sehr verschieden und bedarf dann getrennter Züchtungen mit großem Zahlenmaterial, um zu sicherem Entscheid zu kommen. Der Variabilitätskoëffizient scheint mit zu den Neubildungen in der Kombinierung der väterlichen und mütterlichen Einzelmerkmale zu gehören.

Es ist seit langem bekannt, daß die verschiedenen Kollektiv-Spezies der Gattung *Cucurbita*, nämlich *C. Pepo*, *maxima*, *moschata*, *ficifolia*, untereinander nicht fruchtbar bastardieren, und meine eigenen Erfahrungen stimmen damit überein. Von 1900—1903 wurden vielfältige Kreuzungsversuche mit diesen im botanischen Garten kultivierten *Cucurbita*-Arten und Unterarten angestellt, bei ersteren vergeblich, meist nicht einmal ein Ansatz tauber Früchte, bis auf die einzige Ausnahme der Anzucht eines eigenen hybriden Mischlings („Gestreifter Apfel"), von der später noch ausführlicher die Rede sein wird.

Faßt man nun nach NAUDINS Vorgang die untereinander regelmäßig und meist mit starker Fruchtbarkeit kreuzungsfähigen Kulturrassen der gewöhnlichen Zierkürbisse unter *C. Pepo* zusammen, so bildet diese Art immerhin einen recht ansehnlichen Formenkreis, dessen verschiedene Rassen unzweifelhaft nicht gleichwertig sind. Um die Versuche von vornherein auf dasjenige Maß von Arbeit und Zeitbeanspruchung einzuschränken, welches ihnen zugleich mit dem gleichfalls nur beschränkt im Dresdner Garten zur Verfügung gestellten Beetraum an Fläche geboten werden konnte, wurden fast allein die Variationen der Fruchtform, -Größe und -Farbe züchterisch verfolgt und durch eine Reihe photographischer Aufnahmen in den Herbstmonaten, begleitet von mehr weniger ausführlichen Protokollen und Zählungsergebnissen, festgelegt[1]. Die Früchte haben gute und sichere Merkmale, die sich bis auf Zahl, Größe und Form der Samen erstrecken.

Von den anderen Merkmalen erscheinen die der Blattform und Blüte sehr viel weniger geeignet für das Rassenstudium. Wohl aber ist die Wuchsform noch von großer Bedeutung, indem einzelne Rassen buschig über der Erde verzweigte Stöcke mit auf dem Boden aufliegenden, von den Blättern hoch überdeckten Früchten bilden unter Unterdrückung der Ranken, andere aber, und zwar die Mehrzahl der Rassen, hochrankende Stengel mit frei zwischen den Blättern getragenen, hängenden Früchten entwickeln.

Die liegenden, buschig verzweigten Rassen, von den im Garten seit 1905 gezogenen also die als „Regenschirm" und „*Ford-hook*" unter ihren gärtnerischen Namen bezeichneten, und dann die übrigen hochrankenden Rassen kreuzen offenbar untereinander leichter und sicherer, als gegenseitig. Da zugleich die beiden erstgenannten

1) Da die Früchte sich bis in den Februar hinein gut in trocknen Räumen erhalten lassen, bieten ihre Zuchtreihen für Vorlesungszwecke dieser Art auch im Winter ein beinahe einzig dastehendes Demonstrationsmaterial.

Rassen in ihren tief am Rande ausgekerbten, oder in ihrer ganzen Länge tief gefurchten Früchten ein ausgezeichnetes morphologisches Merkmal aufweisen gegenüber den andern mit ringsum rundem Umfang, so kann man die beiden erstgenannten als Repräsentanten einer wesentlichen Unterart (*C. Melopepo* Duch.), die übrigen als solche noch mehrerer anderer (bes. *C. polymorpha* Duch.) wohl annehmen. Gerade die bei den Kreuzungen von „Regenschirm" mit dem Formenkreis der hochkletternden Arten erzielten Resultate, welche wiederum stets fruchtbare und gleichfalls kletternde Formen ergeben haben, sind derartig, daß man eher an die Verhältnisse von Artbastarden bei ihnen denken kann, als an solche schwächerer Varietätenkreise.

Bei Beginn der geordneten Züchtungen im Jahre 1900 dachte ich an einen solchen Unterschied nicht, sondern ich hielt die gärtnerisch benannten, im Samenhandel käuflichen Sorten für gleichwertige und in sich reine Varietäten. Es zeigte sich bald, daß manche Formunterschiede, wie z. B. die von flachen Beuteln, mehr weniger abgeflachten Äpfeln oder länger ovalen Birnen solche schwächerer Art waren, ebenso die Farbunterschiede von grünlichweiß, elfenbeinfarbig und blaßgelb, während das tiefe Orangegelb der „Apfelsine" genannten Rasse von stärkerer Kraft erschien und den Kreuzungen einen besonderen Stempel aufdrückte. Diese ist ja auch in älterer Zeit als *C. aurantia* Willd. unterschieden.

So bildeten sich aus der größeren Zahl von Versuchssorten schon in den ersten 4 Jahren nach Abstoßung einiger, in fluktuierender Variation mit einander zusammenhängender, folgende Rassen heraus, welche seitdem unverändert in möglichst reiner Inzucht forterhalten worden sind (vgl. die Abb. 1 und 2 im Text mit Erklärung):

1. **„Weißer Apfel"**: glatt, Form und Größe sehr dicker Äpfel, weiß und vor der Reife mit einem Stich ins Grünliche; Farbenzahl: 00. 55. 32.[1])

---

1) Die Farbenzahl nach W. OSTWALDS „Farbenatlas" (11). Der durch seine geistvollen Untersuchungen bekannte Physiker hatte die Liebenswürdigkeit, für eine Anzahl der ihm von mir zugesendeten Kürbisfrüchte persönlich die ihnen zukommende Zahl festzustellen. Diese neue und exakte Methode, für welche der jetzt erscheinende Atlas die Grundlage bieten wird, erscheint mir für Bastardierungsversuche, in denen es auch auf quantitativ differierende Merkmale der Farbe ankommt, ganz unerläßlich. Sie gibt zuerst in einer Zahl n den nach OSTWALDs Farbenkreis (siehe „Farbenfibel" S. 19 zur populären Kenntnisnahme dieser Methode) zu bestimmenden Farbenton an, der für die hier verwendeten Kürbisfrüchte zwischen 00 (rein hellgelb) und 16

2. **„Apfelsine"**: Form, Größe und Farbe einer Orange bis kleinen Apfelsine, ganz glatt, am Scheitel oft ein wenig abgeflacht; Farbenzahl: **16.** 06. 30.[1])
3. **„Gurke"**: langgestreckt und oft schwach gekrümmt, glatt, auch am Scheitel gewölbt, von Farbe gelblich mit Stich in das Bräunliche.
4. **„Warze"** (*C. Pepo* var. *verrucosa*): größer und dicker, in Form und Größe zwischen den größesten Apfelsinen und oval geformten Melonen stehend, am Scheitel schwach gewölbt oder ein wenig abgeflacht, grün oder weiß-grün gestreift oder grün-gelb gescheckt, ringsum mit dicken, geschwollenen und oft in Haufen zusammenfließenden Warzen überdeckt.

Dazu kamen dann noch seit 1904 die erst später durch Handelsgärten bezogenen Rassen:

5. **„Regenschirm"** (mit der Farbenzahl durchschn. **08.** 22. **40**), und endlich
6. **„Ford-hook"** der buschigen Kürbisse, von denen die erstere, kleinere Rasse flache Fruchtformen mit entweder eingesenktem oder ± vorgewölbtem Scheitel zeigt, die letztere lang-ovale im Umfange mehr einer gegen den gerundeten Scheitel hin verdickten Melone gleicht, beide mit den charakteristischen Furchen, bzw. Rippen, beide blaßgelb und schön glatt, im Typus warzenfrei. —
7. Schon im Jahre 1901 aber war ein sehr interessanter Bastardkürbis gewonnen, welcher von da an ständig unter dem Namen: **„Gestreifter Apfel"** als sehr form-, größen- und farbbeständige Inzuchtreihe fortgepflanzt worden ist. Aus den Bastardierungsversuchen mit anderen Arten von *Cucurbita*, die im übrigen fehlschlugen, war eine Bestäubung der Rasse „Weißer Apfel" (Abb. 1, Nr. 15, 17) mit *C. ficifolia* Bouché (= *melanosperma* A. Br.) gelungen. Von drei heranwachsenden Früchten waren zwei taub, die dritte enthielt einen keimfähigen Kern, und dieser wurde zum Stammhalter einer aus Inzucht hervorgehenden, gut fruchtbaren und mit den übrigen *C. Pepo*-Rassen, nicht aber mit *C. ficifolia* (seiner väterlichen Abkunft) kreuzungsfähigen

(tief orange oder „gold") liegt; dann folgt die Trübung der Farbe in Prozentzahlen von Weiß (a) und von Schwarz (b), also eine Bezeichnung a. a. b. Aus diesen drei Faktoren setzt sich jede reine, hellklare (mit Weißbeimischung), dunkelklare (mit Schwarzbeimischung) oder trübe Farbe (mit Grau- gleich Weiß- und Schwarzbeimischung) zusammen.

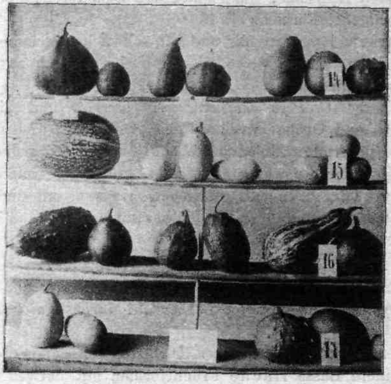


Abb. 1. Varietäten- und Spezieskreuzungen: F_1 vom Jahre 1901.

Links in jeder Reihe die Nachkommenschaft des i. J. 1900 zur Befruchtung benutzten Pollenträgers, in der Mitte die zugehörige Rasse für das weibliche Geschlecht, rechts (14—17) die in F_1 erzielten Kreuzungsfrüchte auf Inzucht für F_2.

Von Wichtigkeit besonders Reihe 2 mit den Stammelter-Formen *C. ficifolia* und dem (damals noch nach Eiform variierenden) „Weißen Apfel" von *C. Pepo*: (15) die 3 Inzuchtfrüchte der Stammreihe „Gestreifter Apfel"; die linke Frucht zeigt noch Warzen, welche in den Folgejahren verschwinden; die weißliche Grundfarbe entbehrt noch der meridionalen grünen Streifen, die mit F_2 (1902) aufgetreten sind.

Kreuzung 14, 16 und 17 von *C. Pepo*-Varietäten zur Prüfung des Festhaltens der Beutel-, Flaschen- und Gurkenform, welche sich schon in F_1 als schwach erweist, zumal da die Elternnachkommen Form-unbeständige, unreine Linien verraten. Nr. 14 entstand aus ♂ Flaschenkürbis × ♀ glatter Beutelform. Nr. 16 entstand aus ♂ normaler Warzenform (deren Nachkommen 1901 auch glatte Birnenformen ergaben), und aus ♀ langgestreckter, großer und schwach gewarzter Gurke: die Kreuzung zeigt in F_1 eine sehr schwach gewarzte, bunt gestreifte Flaschenform und Beutelform, letzteres gegen die Formmerkmale beider Eltern. Nr. 17 entstand aus der Stammform vom „Weißen Apfel" und derselben langgestreckten Gurke wie Nr. 16 als ♀ Elter.

Rasse. *Die Früchte sind viel kleiner* als in der Mutterrasse, sonst apfelähnlich und meridional grün gestreift, darin an den Vater erinnernd; siehe Abb. 1, Schild 15.

Diese Bastardrasse, welche sich zu fruchtbaren Kreuzungen *ebenso wie alle die anderen benutzen ließ*, besitzt deutlich kürzere Blüten als die übrigen, so daß das beim Bestäubungsverfahren übliche Zubinden über Antheren-, bzw. Narbenkopf schwieriger ist, damit die Korolle keinen Spalt offen läßt, in den eine Biene hineinschlüpfen könnte. Außerdem zeigt diese Bastardrasse in der Blattform Ähnlichkeit mit *C. ficifolia* und hat stets, auch in den von ihr ausgehenden Kreuzungen, auf der Oberseite der Blätter viele weiße Flecken, die eine neue Eigenschaft bedeuteten. —

Für die Kreuzungen werden folgende Abkürzungen gebraucht, die mit unserer Abb. 2 (Inzuchtreihen aus dem Jahre 1907) zu vergleichen sind: Obere Reihe: weißer Apfel (wA), Gurke (G) und gestreifter Apfel (gA); untere Reihe: Apfelsine (Ase), Warze (W) 2 Früchte, Regenschirm (R) 2 Früchte. — Fordhook (Fdh) ist in zwei noch nicht ganz typischen Formen unter den Schildnummern 6 u. 7 abgebildet.

Die Züchtungen der ersten Jahre bewegten sich in der Richtung, einmal die innere Konstanz der unter Nr. 1—7 genannten „einheitlichen Sorten“ zu erweisen, und zweitens in Kreuzungsversuchen mit diesen nicht nur aufspaltende Übergänge, sondern besonders irgend etwas von neuen Formen zu erziehen, was etwa ein Licht auf Neubildung schwacher Arten werfen könnte, wenn diese Neubildung sich als sprunghaft konstant erweisen sollte. Es gingen damals im botanischen Garten Kulturen mit *Oenothera Lamarckiana* nebenher, deren Mutationsrassen ich der Freundlichkeit von H. DE VRIES verdankte, und die dabei gegebenen Anregungen lagen auch den Kürbiszüchtungen zugrunde.

Wie schon bemerkt, war die Einheitlichkeit der ersten vier Rassen und ebenso die des Bastardes „Gestreifter Apfel“ in 2—3 Jahren *durch Kreuzung gleicher Inzuchtformen* rasch durchgedrungen und hat ohne Veränderung bei 1., 2., 3. und 7. sich erhalten. Die bunten Mannigfaltigkeiten aber, welche sich bei Kreuzungen derselben untereinander, und besonders an den durch *spontane Bienenbefruchtung* hervorgegangenen und nicht kontrollierbaren Kreuzungen ergaben (dieselben gehen deutlich aus Abb. 1 unter Nr. 14, 16 und 17 hervor), zeigten übrigens auch hier, daß die scheinbar ganz einheitlichen Rassen in Wirklichkeit Gemenge

zahlreicher verschiedenartiger „reiner Linien“ waren. In transgredierender Fluktuation ging es bunt durcheinander, ohne doch *eigentlich aus dem Rahmen der Hauptformen herauszufallen*; eine in Farbe, Form und Steigerung einer besonderen Eigenschaft hervorragende *Individualität blieb im allgemeinen nicht konstant*, sondern spaltete so auf, wie es sich nach dem Mendelismus erklären ließ, ohne daß der Versuch zur Heranzüchtung großer geordneter Zahlenreihen hätte gemacht werden können. Es fiel auf, daß solche hervorragende Individualitäten fast stets nur aus spontaner Befruchtung, nicht aus unseren zielbewußten Kreuzungen, hervor gingen und deshalb nicht ordnungsmäßig verfolgt werden konnten. Das liegt in der bei *Cucurbita* trotz aller Vorzüge bequemer Versuchshandhabung störenden Beigabe begründet, die Kreuzungen *zum Zweck einer bestimmten Fruchtform mit Blüten ausführen* zu müssen; die vom späteren Fruchtcharakter noch nichts verraten. Wenn die ersten Früchte heranreifen (Anfang August), ist die Jahreszeit meist zu weit vorgeschritten, um die an denselben Stöcken sich bildenden Blüten noch mit Erfolg zu zweifelsfreien weiteren Kreuzungen heranziehen zu können. Es schlagen überhaupt von den durch Zubinden der noch geschlossenen Blütenknospen am Vorabend vor ihrem Erblühen zur zielbewußten Kreuzung oder zur gesicherten Inzucht für den folgenden Vormittag bestimmten Bestäubungen *die Hälfte oder gar drei Viertel* fehl, bald bei trübem bald bei sonnigem Wetter, und bei Bestäubungen mit Blüten an d e r s e l b e n *Pflanze* sind die Schwierigkeiten am allergrößesten. Es wurde daher meist die Bestäubung mit Geschwisterpflanzen auch für die Inzuchtreihen vorgenommen und einmal bei einem Vergleich von Spalieren, die teils aus Bestäubungen an der gleichen Pflanze, teils durch solche unter Geschwistern hervorgegangen waren, das Resultat gezogen, daß die Bestäubungen an gleichen Pflanzen, also die reinste Inzucht, zu rasch abnehmender Fruchtbarkeit führte: die weiblichen Blüten nahmen an Zahl ab und fehlten auch wohl ganz. (Es ist nützlich, für die Möglichkeit sehr ungünstiger Jahre mit naßkalten Sommern, Saatgut vom Vorjahre aufzubewahren; gerade die Inzuchten schlagen in solchen Jahren am leichtesten fehl, wie wir im Jahre 1913 erfuhren.)[1])

---

1) Beispiele für die gelungenen und fehlgeschlagenen Bestäubungen im Jahre 1908 (ungünstiges Jahr): von 220 auf den Inzucht-Rassenbeeten ausgeführten Bestäubungen sind etwa 50 Früchte mit vollreifen Samen geerntet. Am günstigsten war das Verhältnis bei „Apfelsine“: von 22 Bestäubungen 14 Früchte, alle ausgezeichnet gleichmäßig.

Die Rasse Nr. 4 „Warze“ hat vor Ende des ersten Jahrzehnts an ihrem Inzuchtspalier das merkwürdige Schauspiel rasch abnehmenden Charakters ihrer warzigen Eigenschaft gegeben: die *Inzuchtfrüchte waren im Jahre 1909 sämtlich warzenlos*, die Rasse mußte auf handelsgärtnerischem Wege neu beschafft worden und hat seitdem konstant gehalten. Auffallend war, daß in demselben Jahre Kreuzungen der „Warze“ mit anderen, glatten Rassen einzelne geradezu imponierend stark gewarzte, große Fruchtformen ergeben hatten, Verhältnisse, die ich mir damals nach E. TSCHERMAKS (13) „Theorie des Kryptohybridismus“ (1903) zurechtlegte unter Rückschlüssen auf die innere Unreinheit der Inzuchtlinie. Aber ich bemerke ausdrücklich, daß Nebenkreuzungen solcher glatt gewordener Früchte der Warzeninzucht mit anderen Rassen oft auffällig zur Warzigkeit zurückkehrten.

Die Kreuzungen wurden, wenn nichts anderes im Versuchsplan lag, wechselseitig mit **beiden** Geschlechtern ausgeführt, auch schon zur Feststellung der gegenseitigen Fruchtbarkeit und sexu-

---

„Weißer Apfel“: Inzuchtfrüchte 8; Kreuzung mit „Regenschirm“ angesetzt 15, davon 8 gelungen (6 in gelber Apfelform, 2 in grünweiß gestreifter Apfelform F_1);

„Gestreifter Apfel“: von 22 Inzuchtbestäubungen nur 6 Früchte, alle durchaus gleichmäßig;

„Hausspalier“: Inzuchtbestäubungen 18, davon 10 fruchtbar; usw.

Es verteilen sich also die fruchtbar verlaufenen Bestäubungen regellos auf solche Rassen, bei denen die Wahrscheinlichkeit des Erfolges groß war und auf andere. So wurde der damals bereits pentaphyl kombinierte Mischling H*sp. 1907 mit der von* VILMORIN *bezogenen Rasse* „Courge du Congo“ fruchtbar bestäubt, während die Inzucht der letzteren versagte; F_1 daraus im Jahre 1908 mit „Fordhook“ bestäubt ergab aus 10 Belegen allerdings nur 3, einander sehr ähnliche Früchte: immerhin eine schwieriger im Erfolg anzunehmende Kreuzung als zwischen verwandten Rassen.

Aus dem Jahre 1908 stammt folgende Beobachtungsreihe: von 800 vollzogenen Bestäubungen waren 81 erfolgreich; von diesen waren 47 bei trocknem und 34 bei feuchtem Wetter angesetzt. In beiden Fällen, trockner wie feuchter Witterung, waren mithin etwa 40 pCt. fruchtbar.

Hierbei waren aber alle „**Regenschirm**“-Bestäubungen merklich schlechter; Inzucht: von 10 fruchtbar 2; vier verschiedene Kreuzungen: von 27 *fruchtbar 4. Noch schlechter aber* war das Resultat bei „*Warze*“ und kostete die Inzuchtreihe!

In dem trocknen Sommer 1911 war trotz der anscheinend günstigen Sonnenwitterung das Resultat dennoch nicht viel besser: von den in diesem Jahre auf den Inzuchtbeeten gemachten 114 Bestäubungen waren nur 54 erfolgreich, 60 blieben stecken, Immer aber haben wir den Eindruck dabei gehabt, als ob bei freier durch Bienen herbeigeführter Allogamie die Zahl der erfolgreichen Befruchtungen in einem viel höheren Verhältnis stände!

ellen Verwandtschaft. Niemals ist ein Fall (ausgenommen bei Entstehung des „gestreiften Apfels“ aus ♀ *C. Pepo* wA × ♂ *C. ficifolia*) vorgekommen, der auf eine nur einseitige Geschlechtsverwandtschaft gedeutet hätte.

Der Theorie nach sollten die Kreuzungen ♀ × ♂ und ♂ × ♀ gleicher Rassen gleichen Effekt haben. Bald war es der Fall, *bald nicht. Daß die* F_2*-Generationen aus ♀ × ♂ und ♂ × ♀ unter* sich durchaus gleich ausgesehen hätten, trat aber nur selten ein, und es wurde daher Mühe darauf verwendet, die Filialgenerationen nach väterlichen und mütterlichen Merkmalen zu vergleichen. Aber ein einheitliches Resultat hat sich nicht erzielen lassen: oft dominierte in den Haupteigenschaften diejenige Rasse, welche die ♀ Blüte geliefert hatte (so besonders bei den unter Kap. III zu *beschreibenden Versuchen mit* R × W *und* W × R *1908);* aber als sich uns dieses Resultat als eine allgemeiner gültige Regel aufzudrängen begonnen hatte, wurde es durch das ganz andere umgeworfen, daß bei polyphylen Kreuzungen der neu hinzutretende Pollenträger die Merkmale der F_1- und F_2-Generation offensichtlich am stärksten bestimmt. Beispiele folgen nachher.

Trotz der *langjährigen Versuchsreihen fehlte* doch oft Gelegenheit, einen Kreuzungsausgang durch einen zweiten ebenso eingeleiteten Versuch zu kontrollieren; die Zahl der Zuchtreihen war so schon groß genug für Beete, Tabellen und Photographien mit den Ernteresultaten. Einige besonders wichtig erscheinende Kreuzungen aber sind dennoch wiederholt und haben zwar meistens die Gleichsinnigkeit des Erfolges ergeben, dabei aber so viel Eigenartiges in den besonderen Erscheinungen, daß es sich uns stark aufdrängte: es herrscht eine große individuell beanlagte Unabhängigkeit durch jeweilig besonderes Gemisch der Gene und den dunklen Gehalt in jeder Befruchtungszelle an genealogischem Kryptohybridismus. —

Ich erfreute mich bei den immerhin viel Zeit und Sorgsamkeit erfordernden Saaten, Kulturen, Notizen und Abbildungen, wie ich gern hervorheben möchte, vortrefflicher Hilfen. Sieben Jahre lang sorgte bis zu seiner Berufung nach Berlin der zu früh verstorbene Garteninspektor LEDIEN sowohl für die Kulturen als auch die photographischen Dokumente; seit 1908 trat für ihn in Saat, Kultur, Bestäubung und Ernte Obergärtner VOIGTLÄNDER an seine Stelle. Als treuer Assistent und Mitarbeiter aber hat Prof. Dr. A. NAUMANN vom ersten Jahre an bis heute mitgewirkt und seit 1907 auch besonders die zahlreich notwendigen Photographien

verfertigt. Es war immer eine Freude, an den in Fruchtreife stehenden Spalieren jeden Jahres die Ergebnisse gemeinsam zu besprechen und darnach den nächstjährigen Versuchsplan zu beschließen. —

Nachdem somit die gesamten bei den Inzuchts- und Kreuzungsversuchen in Betracht kommenden gemeinsamen Gesichtspunkte genügend geschildert worden sind, sollen nunmehr die wichtigsten auf Spaltungs-, Vererbungs-, Kryptomerie- und Mutationsfragen der Rassenbildungen bezüglichen Einzelfälle zur Besprechung gelangen.

1. Der „Gestreifte Apfel" und seine Kreuzung mit „Fordhook".

Die Entstehung dieser — in den Abbildungen und Kreuzungen kurz mit gA bezeichneten — Bastardart *C. Pepo* × *C. ficifolia* ist oben (S. (31) dargelegt, auch daß dieselbe seit ihrer F_1-Generation im Jahre 1901 sich durchaus konstant aus den Nachkommen eines einzigen Samenkorns in nur einer der drei 1900 geernteten P-Früchte in seither 16 Generationen fortgepflanzt hat (siehe Abb. 2, Reihe 3 rechts). Es ist auffällig, daß gerade die *C. ficifolia*, welche stets größere Früchte hervorbringt als irgend eine unserer *Pepo*-Rassen, den allerkleinsten Mischling der Inzuchtbeete gezeugt hat, bedeutend kleiner als auch die Form des weiblichen Elters. Es ist bei mehrfachen Versuchen in den Jahren 1901—5, die Bastardart nochmals in dieser oder der umgekehrten Weise hervorzurufen, nie wieder Erfolg gewesen. Ausdrücklich muß auch hervorgehoben werden, daß bei ihr nicht an einen sog. falschen Bastard zu denken ist; niemals ist eine Frucht übereinstimmend mit wA. an ihren Inzuchtsspalieren gereift, während allerdings umgekehrt bis 1910 der „weiße Apfel" gelegentlich auch grün-weiß gestreifte, aber größere Früchte von hochgerundeter Apfelform lieferte.

Die F_2-Generation (1902) zeigte (ebenso wie damals noch die wA-Inzuchtreihe) einige schwach gewarzte Früchte, welche aber ohne Selektion ausgetilgt wurden. Schon im Jahre 1905 war das Spalier durchaus gleichmäßig, unter 60 Früchten keine Abweichung, alle weiß in grün oder grün und gelb gestreift, darin und in der Blattform ähnlich der *C. ficifolia*, die Blätter stark weißfleckig, die Blüten kleiner und weniger lang trichterförmig als die übrigen *Pepo*-Rassen, die niederen Ranken dicht mit Früchten behangen.

Während nun im allgemeinen dieser Artbastard sich bei den mit ihm vorgenommenen Kreuzungen als Pollen- oder Fruchtträger nicht anders verhielt als die übrigen Inzuchtformen von *C. Pepo*, zeigte sich etwas unerwartetes nach seiner Kreuzung im Jahre 1906

mit ♂ Rasse „Fordhook“: Die F_1-Generation (siehe Abb. 2, unter Schild 3. 4. 5.) zeigte an 15 aus einem Mutterkürbis herangezogenen Geschwisterpflanzen fast ganz gleichmäßig Warzenäpfel von hellgelber Farbe, fast ganz ohne Spuren der Rippen von **Fdh.**, etwa so, wie eine Kreuzung von **wA.** mit „Warze“ hätte erwarten lassen. Die aus dem anderen Mutterkürbis derselben

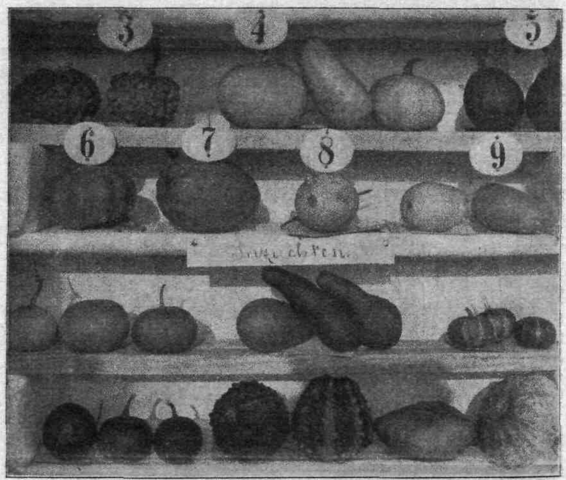


Abb. 2. Schild 3—7 zeigt Versuche aus dem Jahre 1907 mit der tief gefurchten birnen- oder eiförmigen Rasse „Fordhook“, und zwar Nr. 3 die F_1 von gA × Fdh; Warzenäpfel von hellgelber Farbe (s. Text). Nr. 4 und Nr. 5 dasselbe aus zwei anderen Kreuzungen, in Nr. 5 die Streifen von gA allein gut sichtbar. — Nr. 6 und 7 Varianten von Fdh. in spontaner Allogamie, 6 nach „Regenschirm“ hin abweichend.

Schild 8—9 Kreuzungen des „Hausspaliers“ 1907 mit „Courge du Congo“ und Fordhook: die Formen von Hsp. sind durchaus einförmig und entbehren jedes eigenen Merkmales.

Die unter Schild „Inzuchten“ folgenden beiden Reihen stellen die 1907 bereits in guter Konstanz sich fortpflanzenden Formen dar, von links oben nach rechts unten wA, G, gA, Ase (je 3 Früchte), denn W und R (je 2 Früchte): diese letzteren zu der folgenreichen Kreuzung W × R und R × W im Jahre 1908 bestimmt.

Kreuzung hervorgegangenen Geschwister zeigten unter sich größere Verschiedenheit (Gruppe 4 und 5 in Abb. 2), nämlich einheitlich weißgelbe oder dunkelgrün mit gelb gestreifte und ganz glatte Früchte, entsprechend dem glatten Aussehen beider Eltern. Bedauerlicher Weise waren die mit Gruppe 3 gemachten Inzuchtsbestäubungen ohne Fruchtreife geblieben, so daß Angaben über die F_2-Generation nicht vorhanden sind. Der weitere Verfolg derselben bei Gruppe 4 und 5 ergab übrigens gleichfalls einige etwas warzige Früchte.

Das Wesen der Sache liegt in dem mutationsmäßig sprunghaften Auftreten der Warzen in Gruppe 3 ohne jeden in der Kreuzung liegenden Anlaß. Auch daß von zwei Früchten derselben Kreuzung eine einzelne ein so abweichendes Verhalten zeigt, ist sehr beachtenswert, aber — wie später gezeigt werden wird — durchaus nicht vereinzelt. Ich sehe in diesem Falle ein Beispiel für die *Kryptomerie* in ihrer jüngst von V. TSCHERMAK (1914: XI. 183, 186) geläuterten Fassung: „Kryptomerie im allgemeinsten Sinne bedeutet Besitz von Faktoren von nichterschöpfter Wirksamkeit. — Zweckmäßiger erscheint es aber, diesen Begriff von der ganz allgemeinen Fassung einzuschränken auf die spezielle Bedingung, daß der Besitz solcher reaktionsfähiger Faktoren sich äußerlich überhaupt nicht verrate, also ein unmerklicher sei. . . . Eine Manifestation des kryptomeren Charakters bzw. der unwirksamen Faktoren ist demnach erst möglich nach Zufuhr der »fehlenden« Faktoren, bzw. erst nach Abspaltung der gegensinnigen (hemmenden, verdrängenden, verdeckenden) Faktoren." In dem besonderen Falle der Kreuzung einer unreinen Linie (der Kürbis **wA**. war eine solche) sehe ich die Zufuhr oder die Abspaltung solcher Faktoren, wenn sprunghaft ein ganz unerwartetes Merkmal auftritt.

II. Die „Hausspalier-Kreuzungen" und die Frage einer gesteigerten Polymorphie.

Während die Hauptrichtung der seit 1900 gemachten Züchtungen sich in den Kreuzungen je zweier als „rein" hingestellter Rassen bewegte, wurde frühzeitig ein größerer Versuch ganz anderer Art angesetzt. An einem an glatter, fensterloser Hauswand nach SSW isoliert für sich errichteten und sehr lang gestreckten, günstig gelegenen Spalier wurde mit Zugrundelegung einer guten Frucht von „Warze" 1901 ein Versuch mit polyphyler Häufung aller Zuchtformen durch jährlich neu hinzugefügte Kreuzung begonnen, und diese Zuchtreihe wurde kurz als „Hausspalier-Kürbis".

Hsp. in Abkürzung bezeichnet. Zweck war zu erproben, ob früher oder später bei dieser Häufung aller Rassenmerkmale kombinierte Spaltungen mit ganz neuen Eigenschaften sich zeigen würden, ob überhaupt die Polymorphie der Filialgenerationen schon während der Zwischenkreuzungen in weiten Transgressionen vor sich ginge. Der Erfolg ist anders ausgefallen: während der Übereinander-Kreuzung von Rassen 1904—1909 waren die **Hsp.**-Früchte sehr monoton in gleichgültigen, auch gar nichts besonderes zeigenden Formen; 1910 trat zum ersten Male eine bunte Mannigfaltigkeit ein, die sich aber in den nächsten Folgejahren bis 1914 wieder eher abschwächte als steigerte; 1916 entstand — während sonst eigentlich nichts von Kürbisformen zu bemerken gewesen war, was nicht auch aus Kreuzungen je zweier unserer Zuchtrassen sich ebenso oder ähnlich gezeigt hätte — zum ersten Mal etwas anderes, neuartiges: es waren nämlich viele als „gesprenkelte Melone" benannte große, orange mit grün gefärbte, ovale, ganz glatte Früchte entstanden (zu vergleichen vom Jahr 1917: Abb. 3 auf S. (45) oberste Reihe Fr. 2, zweite Reihe Fr. 5 und 7). Diese hatten äußerlich mit der Ausgangsform „Warze" höchstens eine öfters sich dort findende Gesamtform gemeinsam, aber ohne jede Spur des Hauptmerkmals der warzigen Rinde. Aus dreien dieser Früchte hat sich in diesem Jahre (1917) die in Abb. 3 mit allen ihren 24 Hauptvarianten abgebildete, allerdings recht bunt polyhybride Reihe gebildet, welche nun plötzlich wieder große „Warze" und platte „Regenschirm" zeigt, sonst Urform und allerlei Übergänge zu „Apfelsine", aber nichts besonderes außer den schon unter 2, 5. 7. genannten melonenartig glatten Früchten.

Die Reihenfolge der Kreuzungen dieser „hexaphylen Hybridisation" am Hausspalier war folgende:

1901—1903: „Warze" wird zur Inzucht isoliert und zur Fortsetzung der Generationen in besonders stark warzigen Früchten ausgewählt.

1904: Kreuzung mit ♂ „Apfelsine".

1905: Die F_1-Generation der Kreuzung 1904 bestäubt mit „Weißem Apfel".

1906: F_1 von Kreuzung 1905 bestäubt mit „Gurke".
Bmk.: Die drei erhaltenen P-Früchte zur Aussaat 1907 erscheinen wie „Weiße Äpfel", einer nicht wenig größer und schwach warzig, ähnlich etwa Nr. 8 auf unserer Abb. 2 von Hsp.-Kreuzung.

1907: F_1 dieser Kreuzung 1906 bestäubt mit „Fordhook" (s. Abb. 2, Schild 8—9).

1908: Diese Kreuzung von 1907 bestäubt mit der zur Verwandtschaft von *Fordhook* und *Regenschirm* gehörenden Rasse „Courge du Congo", ... welche für sich allein befruchtet erlosch.

Hiermit sind die *sämtlichen* als gereinigte *Inzuchtlinien* geltenden Rassen Jahr für Jahr übereinander gekreuzt; der „gestreifte *Apfel*" als selbst Bastard aus „Weißem Apfel" sollte hierzu nicht mitverwendet werden. — Die fortgesetzten Kreuzungen hatten überaus einförmige, durch nichts besonderes ausgezeichnete Mischlingsfrüchte ergeben, an denen kaum bestimmte einseitige Merkmale zu erkennen waren. — Auch das Warzenmerkmal der ursprünglich zugrunde gelegten Form hatte sich fast ganz verloren. Das Kreuzungs-Saatgut für **1909** zeigt große, abgeflacht-kuglige, *weißgelbe* oder *quittegelbe Früchte mit Spuren von Warzen*, eine mit Längsfurchen (schwacher Anklang an „Fordhook"), die übrigen glatt; daneben eine dem wA entsprechende Fruchtform und eine längliche, schwach warzige Gurke. Daraus sind dann 1909 ziemlich gleichmäßig gurkenförmige Früchte, größtenteils schwach gefurcht, daneben ovale oder birnförmige Früchte jener gemeinen Übergangsform, wie sie in Abb. 3 aus der großen Auswahl etwa Nr. 7, 13 u. 14 der Früchte veranschaulichen, entstanden. Das einzige, was sich bisher sagen ließ, war also nur das: unter den ganz gewöhnlichen, warzenlosen Übergangsformen (Ei-Birne-Apfel-Beutel) macht sich am ehesten oder allein ein deutlicher Zug der zuletzt vorangegangenen ♂ Kreuzungsrasse bemerkbar.

Dies zeigte sich auch in den Nebenreihen dieses Hauptversuchs, welche die jeweilig erhaltene Hsp.-Form für sich mit einer der Inzuchtformen allein als ♂ Elter von neuem kreuzten: in der F_1-Generation war dieser deutlich sichtbar, in der nächsten fiel er meistens mit allerlei Zwischenformen auseinander. So besonders bei *einer Kreuzung:*

1909 Hsp. × „Apfelsine".

Daraus gezüchtet 1910 eine F_1-Generation von orangefarbenen eiförmig- oder apfelsinenförmig gestalteten, sehr gleichmäßigen Früchten; F_2 (1911) ganz verschiedenartig auseinanderfallend.

Die Farbe der F_1 zusammen mit der an den ♂ Elter so stark erinnernden Größe und Form war um so bemerkenswerter, als unter den polyphylen Merkmalen die aus 1904 stammende „Apfelsine" bisher nie hervorgetreten war.

1910. In diesem Jahre zeigte sich eine im Vergleich mit den früheren Jahren große Mannigfaltigkeit, entstanden aus drei Inzuchtfrüchten von **1909**. Es fanden sich, ziemlich gleichmäßig aus allen dreien hervorgegangen: a) stark warzige neben glatten

Früchten, b) beutelförmig platte, am Scheitel vertiefte und sogar schnabelförmig zugespitzte Formen, c) zerstreut an platten wie oval-zugespitzten Früchten Höcker und Furchen vom „Regenschirm“, bzw. „Courge du Congo“; d) Farbe war nirgends orange wie bei Ase., sondern vorwiegend gelbweiß bis reingelb, zuweilen grün und weiß gebändert oder gescheckt; e) die Größe schwankte zwischen Apfel und Melone, bzw. knapp der von *C. ficifolia*.

Während aber diese Varianten heranreiften, waren schon Ende Juli und Anfang August zur Verstärkung des Warzencharakters, von dem ich ausgegangen war und der bis dahin fast völlig recessiv geworden war, neue Bestäubungen mit ♂ „Warze“ zur Inzucht 1910 ausgeführt, und diese ergaben:

1911 zu drei Viertel teils sehr stark, teils schwach gewarzte große Früchte; ein Viertel dieser Generation bestand aus kleineren, glatt-apfelförmigen Früchten. In diese erneut gewonnene Grundlage von „Warze“, in der aber schon jetzt latent auch die übrigen Inzuchtrassen steckten, wollte ich entsprechend meiner Absicht, an den Kürbisrassen die polyphyle Mannigfaltigkeit von Bestäubungen in umgeordneter Form nochmals zu erproben (wie sie etwa der Zufall der Insektenbestäubung an den oft bunt nebeneinander wachsenden *Rubus*-Arten und -Rassen bietet), nun auch in den weiblichen Elter die „Gurke“ als eine bisher gar nicht wieder zum Vorschein gekommene Form, in die männlichen Elterformen aber auch neben Warze selbst noch „Regenschirm“ und die ebenfalls ganz latent gebliebene „Apfelsine“ bringen. Diese Befruchtungen wurden 1911 und 1912 derart ausgeführt, daß auf die als Grundlage genommene Hausspalier-Form von 1910, nämlich:

1911 [♀ (Hsp. 1910 × W 1910) × (Hsp. 1910 × G 1910) ♂]

als Fruchtträger für 1912 gewählt wurde, und dazu als männlicher Elter die Pollenträger einer ebensolchen Kreuzung zwischen

[♀ Hsp. × Ase ♂ 1909 und Hsp. × R 1910 ♂].

Aus *diesen nochmals pentaphyl-kombinierten* Kreuzungen sollten sich also die Spaltungsgenerationen vom Jahre 1913 an, besonders 1914 u. flgd. J., ergeben. Die Inzuchten von 1913 an sollten aber so verlaufen, daß nunmehr, weil man zur Befruchtungsperiode Ende Juli die an den benutzten Pflanzen später reifenden Fruchtformen noch nicht erkennt, unter den gereiften Früchten der Gesamt-Spalierreihen vom Hsp. eine Auswahl der verschiedenartigsten Formen, besonders von Neubildungen, stattfinden sollte.

Nachträglich sei noch bemerkt, daß die Hilfskreuzungen vom Jahre 1910, nämlich Hsp. × R und Hsp. × G, in Nebenreihen für sich gezogen schon

im Jahre 1911 eine sehr verschiedenartig gestaltete Ernte ergeben hatten, mit jedesmaligem sehr stark ausgeprägten Vordrängen des Pollenträgers R bzw. G. — Während aber in F_2 der „Regenschirm" seinen Einfluß weiter zeigte, war in F_2 von Hsp × G die väterliche Form schon wieder verloren gegangen: die erhaltenen Früchte zeigten hauptsächlich warzige Melonen und platte Apfelformen. „Gurke" erscheint also wiederum in ihrer Fruchtform, Farbe und Glätte recessiv, der „Regenschirm" dagegen als ein Form-Merkmal von dominierender Kraft.

1913. Das aus ziemlich unbedeutend erscheinendem Saatgut von warzigen oder glatten Melonen-, Apfel- und platten Regenschirm-Formen hervorgegangene Inzuchtresultat bewegt sich noch in derselben Monotonie von Form und Farbe. Die stärksten Varianten können durch Hinweis auf Fig. 3, Frucht Nr. 6. 11. 13. 16. 17. angedeutet werden: „Warze" ist also auch nur in Minderzahl und schwach ausgeprägt vorhanden, obgleich sie zum zweiten Mal zur Hauptgrundlage der Befruchtung gewählt worden war. Die in Nebenreihe weiter gezogene Kreuzung (Hsp × W) × (Hsp × R) hat dagegen sehr schöne Warzenkürbisse, glatte und warzig gemischte Regenschirmformen ergeben: diese wird zur weiteren Inzucht mit verwendet.

1914. Die Variationsamplitude ist bedeutend gesteigert und ergibt bereits ein unserer Fig. 3 ähnliches Bild. Ja es tritt in ihm — was in den Folgejahren wieder verschwindet — mehrfach eine Mittelform zwischen G × Fdh in Gestalt langgestreckter und mit 10 (oder 5) über die ganze Länge hinlaufenden Rippen versehener Früchte auf. Es fehlen nur die gesteigert-großen Warzenkürbisse unserer Abb. 3 (S. (45)) Nr. 1 und die orangefarbenen, oft langgestreckten „gesprenkelten Melonen" Nr. 2, 5, 7, und es fehlen endlich die ausgezeichneten Abkömmlingsformen des „Regenschirms": Abb. 3 Nr. 19—24.

Aus den unter 1913 am Schluß erwähnten Inzucht-Nebenreihen sind nun aber noch weitere Mannigfaltigkeiten in 4 je für sich getrennt gehaltenen Individualzüchtungen gewonnen worden: zwei derselben enthalten langgestreckte, z. T. krummhalsige, glatte oder mit Warzen überstreute „Gurken" mit keulig angeschwollenem Scheitel, und zwei andere ausgezeichnet deutliche „Regenschirm"-Typen, glatt oder schwach warzig, entsprechend unserer Abb. 3 Nr. 16. 19. 21 und Übergänge derselben zu Warzenäpfeln. (Die genauere Darstellung würde 4 große Figurentafeln erfordern.)

1915. Die Streuung vieler der genannten Varianten hat abgenommen, das Gesamtbild derselben ist anstatt vielförmiger, einförmiger geworden, die Früchte kleiner; Farbe weiß, weißgelb,

dunkelgrün; ein Fünftel der Formen trägt Warzen, nur einzelne stark. Die bemerkenswertesten Formen (gewarzte Gurken) ausgewählt.

1916. Das gleiche Bild wie im Vorjahre. — Da bereits seit den letzten plangemäß ausgeführten Kreuzungen 1910—1912 vier Generationen zur Beobachtung gelangt waren, ohne daß in Hinsicht auf den Zweck: eine neue Kombination von Merkmalen in einem dieser hexaphylen Hybriden sich so ausbilden zu sehen, daß sie nicht als Übergangsform zwischen mehreren Merkmalen zu deuten wäre, etwas anderes als die Entstehung einer großen, mit Streifen, Sprenkeln oder Warzen bedeckten Melonenform erreicht worden war, so wurde — bei der notwendigen Beschränkung der sich allzusehr häufenden Inzuchtreihen — diese für sich aus dem gesamten Hausspalier im Jahre 1915 ausgewählte Form zur Fortführung der Hsp-Reihe bestimmt. Drei gleichartige Früchte, vom Aussehen einer dunkelgrün und orange in undeutlich herablaufenden Streifen gesprenkelten Melone (zum Vergleich diene Abb. 3, Reihe 2 Nr. 5; auch die kleinere Frucht Nr. 7) stellten die Ausgangsgeneration der erneuten pentaphylen Hsp-Reihe vom Jahre 1916 dar.

1917. Diese drei Früchte und mehrere ihrer noch zur Kontrolle herangezogenen Geschwisterfrüchte haben in diesem Jahre wiederum, in sich sehr variierend, aber Frucht für Frucht analog und konform, eine hübsche Polymorphie ergeben von großen warzigen Melonen, glatten gesprenkelten Melonen, eiförmigen und kugelförmigen, abgeplatteten kleinen Formen bis zur deutlichen Regenschirmform (siehe Abb. 3). Die größesten Früchte haben ein Gewicht von 1000—1250 g, die kleinen Regenschirmformen ein solches von 270—130 g, Frucht Nr. 24 wiegt nur 42 g, ist aber schön hart und völlig ausgereift, eine von mehreren gleich kleinen Schwesterfrüchten. Neun der 24 dargestellten Typen sind dunkelorange (Fr. 1. 3. 5. 8. 15. 17. 18. 19. 24), Nr. 22 ist heller gesprenkelt, die übrigen im Bilde dunkel erscheinenden Früchte sind kräftig grün, die hell erscheinenden hellgelb bis gelblich-weiß; Nr. 21 hat zwischen 10 breiten, dick gewarzten grünen Streifen schmale hellgelbe Bänder; Nr. 12 ist am Scheitel hellgrün. Dieses aus allen 3 Mutterkürbissen gemeinsam ausgewählte Bild zeigt zugleich für 1918 das Saatgut am Hausspalier zur Auswahl weiter folgender Filialreihen.

Es wird sich dann erst entscheiden lassen, ob — wie ich es erwarte — diese „Gesprenkelte Melone" einen sich gleichmäßig unter fluktuierender Variation fortpflanzenden Form-Typus darstellt, der

in den als Ausgangsreihen gewählten Rassen nicht vorhanden war, also eine Bastardform wie der „Gestreifte Apfel". Das wird von dem Verhalten der unter sich allein in Inzucht zu kreuzenden Formen Nr. 2 und 5 (7) im Gegensatz zu Nr. 1 und 3 oder Nr. 12 und 13 abhängen.

Auf jeden Fall sieht man den im Bilde Abb. 3 vereinigten Fruchtformen den hexaphyletischen Bastard nicht an, sondern die-

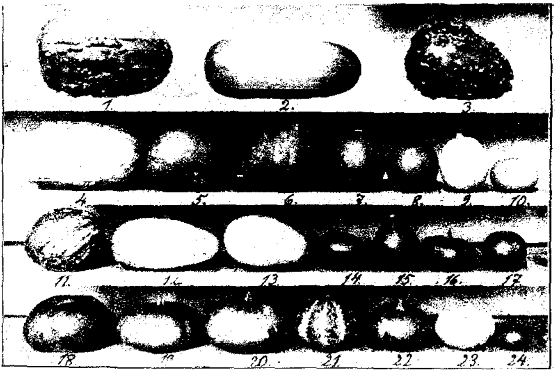


Abb. 3. Polymorphe Reibe des „Hausspaliers" 1917 aus drei melonenförmig = glatten, orangegrün gesprenkelten Früchten 1916 von der Form wie Nr. 5 und Nr. 7. Die drei Geschwisterreihen verhielten sich unter einander durchaus gleichartig und sind nur zur besseren Auswahl der Ernte hier vereinigt. — Zur Ergänzung des Bildes folgen hier die Einzelgewichte und Farben: Nr. 1) 1240 g, *trüb-dunkelgelb*; 2) 1075 g, *grün mit gelblich-weiß gesprenkelten* Linien; 3) 1000 g, trüb-gelblichorange; 4) 775 g, gelb und stark weißgelb gesprenkelt; 5) 610 g, dunkelgelb, weißgelb gesprenkelt; 6) 715 g, trüb grünorange; 7) 285 g, dunkelgelb, ganz schwach gesprenkelt; 8) 280 g, orangegelb; 9) 155 g, weißlich schwefelgelb; 10) 122 g, schwefelgelb; 11) 460 g, grün mit grünlichweißen Sprenkeln; 12) 425 g, schwefelgelb mit hellgrünem Scheitel; 13) 360 g, schwefelgelb; 14) 135 g, grün, gelb gesprenkelt; 15) 155 g, orange; 16) 185 g, trüb grün-orange; 17) 115 g, orange; 18) 650 g, grün; 19) 490 g, orangegelb; 20) 600 g, orangegelb; 21) 380 g, grün mit weißlich hellgrünen *Streifen*; 22) 265 g, *dunkelgelb mit schwefelgelben Sprenkeln*; 23) 195 g, einfarbig hell gelblichweiß: sehr bemerkenswerte Form durch Annäherung an die auf Tafel (I), Reihe 5 - 6 dargestellte aus W × R entstandene Kreuzung „Gelbschnabel", dessen Eltern ja auch im Hsp. enthalten sind! —; 24) 42 g, gelblichorange.

selben erscheinen als Kreuzungen nur von W × Ase × R, wobei aber die „Warze“ im Vergleich zu ihrer Ausgangsform bedeutend in ihren Dimensionen hinaufgegangen ist (ursprüngliche Größe etwa wie Nr. 11). Der „Regenschirm“ ist in seiner Fruchtform rein und in Übergängen gut vertreten, aber während die Ausgangsrasse buschig niederliegt, sind alle diese Hausspalierkürbisse hochrankend. Die „Apfelsine“ ist in einer Form (Nr. 17) so rein hervorgegangen, auch in ihrer tief-orange Farbe, daß sie vom echten Typ nicht zu unterscheiden ist. Darin also sind diese drei Rassen mit Sicherheit zu erkennen. Aber es fehlt vom „Weißen Apfel“ die die Charakterform begleitende, durchaus als Eigenmerkmal erscheinende Farbe, es fehlt die „Gurke“ und vom „Fordhook“ fehlt, nachdem man ihn unter den Spaltungsformen von 1914 schwach erkennen konnte, gleichfalls jede deutliche Spur. Die Merkmale zweier Rassen, welche jede befruchtend eine Generation erzeugt hatten, sind also rezessiv — ich glaube in diesem Falle mit vollem Rechte sagen zu können: sie sind kryptomer. Wie die Verhältnisse bei *C. Pepo* liegen, werden sie gewiß nur in Folge von Einflüssen wieder auftreten, die zunächst nicht in unserer Kenntnis liegen.

Ob sie überhaupt einmal wieder zur Erscheinung gebracht werden können, erscheint mir nach den Erfahrungen an dem nächsten zu erläuternden Kreuzungsversuch mit dem Warzenkürbis sehr zweifelhaft.

III. Kreuzungen zwischen „Warze“ und „Regenschirm“
mit Entstehung neuer konstanter Formen unter Unterdrückung elterlicher Merkmale.

Von der Meinung ausgehend, daß der Charakter des schon von Linné als eigene Art *C. verrucosa* aufgefaßten Warzenkürbisses ein bequem und sicher auch in den Kreuzungen feststellbares Merkmal, nämlich die in Reihen oder unterbrochenen Streifen auf der Oberfläche der Frucht hervorquellenden Warzen besäße, zuweilen so stark, daß die ganze Frucht davon eingehüllt erscheint (vgl. drei der Früchte auf Taf. (I) unter 1917 in Reihe 3 nnd 4!), habe ich bei den Kreuzungen der ersten Jahre mit besonderer Vorliebe diese Rasse zu einem der Eltern gewählt. Als nun im „Regenschirm“ 1907 eine andere, glatte und durch die 10 Randkerbungen an den flach wie ein Diskus gestalteten Früchten ebenso scharf nach anderen Seiten hin gekennzeichnete Form sich fand, legte ich in Kreuzung und Gegenkreuzung dieser beiden Rassen den Grund zu einem seitdem ständig fortgeführten, in vielen Kultur-

reihen im Garten mit Individualzüchtung, Auszählungen und abgezweigten Nebenversuchen auslaufenden Hauptversuch, der nicht ohne Interesse verlaufen ist.

Es mag aber nochmals daran erinnert werden, daß das Merkmal der Warzen sich seit 1906 abschwächte. Ein Bild aus diesem Jahre zeigt 7 am Inzuchtbeet von je einer Pflanze gewonnene Früchte, von denen 4 dunkelgrüne nur sehr schwach warzig, die 3 anderen aber in gelbweißer Birnenform durchaus glatt sind. In dem *gleichen Jahre* allerdings *zeigten* Kreuzungen W×gA an allen Pflanzen der F_1 die prachtvollsten Warzen auf sehr viel größeren, grünlich-gelben oder weißlichen Früchten, obwohl doch der ♂-Elter sowohl viel kleiner, als auch durchaus glatt gewesen war. In dieser Hinsicht hat der Warzenkürbis oft getäuscht: bei Kreuzungen hat er zunächst in starker Weise sein Hauptmerkmal in der F_1- oder F_2-Generation durchgedrückt, einerlei ob als ♂ oder ♀, um dann bei den Spaltungsformen der folgenden Generationen dasselbe abzuschwächen oder gar untergehen zu lassen.

Daß die Warzen-Inzucht 1906 im Hauptmerkmal schwach wurde, war damals der erste Fall der Art und ist an sich unverständlich. Ich möchte es für ein Zeichen innerer Umwandlung von unreinen Abstammungslinien einer als konstanter Unterart angesehenen Rasse halten. Da aber im Jahre 1907 die Inzuchtbeete sehr schöne Warzenformen trugen, ganz normal zur Weiterzucht, so konnte ich ohne Bedenken aus der Nachkommenschaft dieser und den neu angezogenen „Regenschirm"-Früchten (siehe Abb. 2, S. (38), unterste Reihe) die beiden Kreuzungen W×R und R×W im Jahre 1908 ansetzen.

Geerntet wurden — einige Befruchtungen waren fehlgeschlagen — nur 3 Mischlingsfrüchte zur Individualzucht 1909:

1. R×W♂ von normal hell gelbweiße, platter Regenschirmform, enthaltend 33 Samen, darunter ein Teil nicht keimfähig;

2.	W×R♂,	beide wundervoll dick warzig, dunkelgrün mit hellen Längsbinden	abgeflachte große Kugel, enthaltend 40 Samen,
3.			dick-eiförmig, enthaltend 60 Samen.

Frucht Nr. 1 und Nr. 3 wurden 1909 in allen Keimpflanzen gesetzt, die Samen von Nr. 2 verblieben in Reserve (gesät 1913). Die Ernte des **J a h r e s 1 9 0 9** mit F_1 zeigte ein grundverschiedenes Resultat der beiden Reihen: in Nr. 1 (R × W) war die „Warze" durchaus rezessiv, nur **g l a t t e**, geriefte und gebuckelte, hellgelb-weißliche Abkömmlinge von R hingen an den gut mit

Früchten besetzten Pflanzen, welche aber nach der väterlichen Abstammung sämtlich rankten; in Nr. 3 (W × R) dagegen waren die Merkmale beider Eltern gut in allerlei Übergängen vereint: es gab an den ebenfalls rankenden Pflanzen weder die reine W-, noch die reine R-Form, sondern platte oder gewölbte Birnen mit den 10 von R herrührenden ± deutlichen Riefen und ± stark aufgesetzten Warzen; einige Früchte waren ganz warzenfrei, andere annähernd so flach wie R-Typus, aber diese gerade am meisten warzig. Bei Nr. 1 also war die Mutter in der Fruchtform durchaus dominierend, in Nr. 3 traten *Mutter- und Vaterform zusammen auf.*

Das weitere Schicksal dieser Kreuzung und Gegenkreuzung folgt nun getrennt.

1. Regenschirm × Warze ♂.

1910. Die Erwartung, daß die F_2-Generation nunmehr, in gesteigerter Variation aufspaltend nach MENDELschen Richtlinien kerbrandige, platte R. neben birnenförmig-kugligen und warzenbedeckten W. zeigen würde, *hat sich nicht im geringsten bestätigt:* aus 8 gut ausgewählten Früchten erzogene Individualreihen zeigen durchaus denselben Charakter wie F_1, hellgelbe und dunkler gelbe *kleine Birnen und abgeflachte Apfelformen* mit geringer Andeutung der vom R. stammenden Riefen; von den besonderen W-Eigenschaften ist nichts zu sehen, doch muß berücksichtigt werden, daß sich der Mischling als solcher in der gegen reinen R-Typus umgeänderten, schwach gerieften oder oft riefenlosen Schale und der im Vergleich mit beiden Eltern stark verringerten Größe ausdrückt. Die Zahl der Einzelpflanzen in den vollständigen Individualreihen betrug 61—91, die Nebenreihen der Pollenträger bildeten geringere Zahlen, aber immer genügend, um den gleichartigen Formcharakter zu erweisen.

1911. Die Streuung der Variation hat in F_3 zugenommen und zeigt neben dicken gerieften Birnenformen solche (einzelne) vom richtigen R-Typus. Andere Familien (aus je 1 F_2-Frucht stammend) variieren noch in ebenso geringem Maße wie 1910. Keine Spur von Warzenkürbissen.

1912—15. Das Bild bleibt im wesentlichen das gleiche. Die aus den Inzuchtreihen herausgebildeten „Familien", von denen die am meisten charakteristisch verschiedenen als weitere Stammhalter und zur selektiven Individualzüchtung benutzt

werden, behalten ihren besonderen Typus bei und unterscheiden sich untereinander nur durch weniger bedeutende Unterschiede in Größe und Gesamtform, sowie Hinneigen zur regelrechten „Regenschirm"-Form, die in Übergängen zur langgestreckten Birnenform ihre Randkerben in lange, dem „Fordhook" ähnliche Furchen verwandelt Farbe sehr gleichmäßig zwischen weißgelb und hellgelb bis leicht bräunlichgelb mit glatter Schale; nie eine Spur von Warze. Der ♂ Elter ist also in seinen besonderen Eigenschaften dauernd rezessiv und drückt sich nur in den zahlreichen Mittelformen der Gesamtgestalt (Birnen- und Beutelform) aus; der ♀ Elter ist stark nnd deutlich dominierend. Ein erwartetes Aufspalten in beide Elternrassen nach MENDELschen Regeln ist nicht eingetreten, R. aber für sich allein ist in einzelnen Fällen rein herausgekommen.

Bei diesem den Voraussetzungen nicht entsprechenden Resultate hätte ich schon im Jahre 1910 gewünscht, die Kreuzung R × W noch einmal wiederholen zu können. Es hinderte mich daran der Verlust der ursprünglichen Inzuchtreihe ganz glatten „Regenschirms"; die neu erhaltenen Samen zeigten Gemische von warzigen Regenschirmformen, und mit diesen war ein solcher Kontrollversuch natürlich nicht auszuführen.

Ehe nun die Zuchtreihe mit Abbrechen in F_7 aufgegeben wurde, diente sie noch einer doppelten Kreuzung zur Unterlage, um so zu versuchen, ob nicht wie so oft bei anderen Kreuzungen der Warzencharakter noch wieder erweckt werden könnte. Die ♀ Blüten von (R × W) 1915 wurden einmal mit „Apfelsine", zweitens mit „Gurke" aus den durchaus einwandfreien Inzuchtbeeten bestäubt.

Von besonderem Interesse ist die Kreuzung (R × W) × Ase (1915) geworden: sie hat zu einer unzweideutigen abgeleiteten Form der „Apfelsine" allein geführt; nur von R., gar nicht von W. sind noch Charaktermerkmale in F_1 wie in F_2 zu sehen gewesen. — Die Individualzucht der Kreuzungsfrüchte von 1915 zeigte 1916 ein ganz einförmiges Bild von nur hellorange apfelsinenartigen Früchten verschiedener Größe und verschiedener Farbabstufung. Die daraus in Inzucht von fünf Früchten in diesem Jahre gewonnene F_2-Generation ist, unter Zunahme der Variationsstreuung nach Größe und Farbe, nicht ganz gleichmäßig dieselbe geblieben: bei einer Individualreihe von 37 Früchten glaubt man eine neue, etwas ungleichfarbige und noch

zwischen plattem Apfel und Ei etwas formwechselnde Apfelsine vor sich zu haben, wie sie vielleicht als ein nicht spaltender Bastard zwischen Ase und wA zu denken wäre. Die wirkliche genealogische Herkunft verrät sich hier in keinem Momente. — Eine zweite Reihe verrät die Regenschirm-Mutterschaft etwas deutlicher, und unter den drei anderen Reihen finden sich zusammen etwa 30 unterscheidbare Fruchtformen vom großen dunkelgelben Ei (Höhe 10 cm) bis zum 4 cm hohen und 6 cm im Durchmesser haltenden abgeflachten Diskus, der zusammen mit anderen, etwas größeren Früchten vom „Regenschirm" sanfte Einkerbungen oder über die platte Frucht hinlaufende Furchen zeigt: so etwa bei einem Fünftel dieser Fruchtformen bis zu kaum noch wahrnehmbaren Spuren der Furchen. So bewegen sich die Formschwankungen etwa in den durch Abb. 3 (Seite (45), Nr. 8, 10, 15, 17 und 24 dargestellten Dimensionen, die Farbschwankungen nur zwischen dunkelorange und hellgelb, in zwei Fällen grün-orange gestreift. Da es von Interesse ist, wie weit die Farbenänderungen nach dem OSTWALDschen Verfahren[1]) festgestellt werden können, folgen hier die vom Herrn Verfasser auf den Bastard bezüglichen Ermittelungen:

	Farbton	Weiß	Schwarz
Apfelsine vom Inzuchtsbeet:	16	06	30
(R×W)×Ase 1915 im Jahre 1917,			
hellorange . .	13	06	35
chromgelb . .	07	06	45
schwefelgelb .	03	20	35

Nach meinen heutigen Erfahrungen darf ich annehmen, daß bei der im Gange befindlichen weiteren Inzucht dieses Mischlings sich etwas verschiedene Familienreihen ergeben werden, von denen die eine oder andere als Zwischenformen von Ase und R in orange Farbe sich erhalten werden mit schwachen Furchen in harter Schale, die Mehrzahl dagegen als eine heller orange gefärbte oder zitronengelbe Apfelsine mit ungefurchter harter Schale. Und diese letzteren Familien würden dann ihre Genealogie von R×W×Ase nicht verraten, sondern als eine „Varietät" der *C. Pepo aurantia* erscheinen und in botanischen Gärten so etikettiert werden.

Sehr ähnlich ist auch der zweite Versuch mit (R × W) × G (1915) verlaufen, dessen Variationsstreuung aber viel weiter gegangen ist, so daß die F_2-Generation dieses Jahres ein

1) Siehe oben, Anm. Seite (30).

bunteres Bild ergab. (Schon F_1 war nicht so einheitlich als bei Apfelsine ♂.) Aber auch hier ist dominierend G u r k e in gelben, gelbweißen und dunkelgrün-gelb gestreiften Normalformen, von denen einige aber die Kerbungen des „Regenschirms" in Form von 10 seichten Furchen aufweisen. Die kleineren Früchte zeigen Birnen- und Zitronenform, einmal eine Kugel, einmal einen flachen Diskus, aber ohne die Regenschirmkerben. Von „Warze" ist auch hier gar keine Spur zu sehen, sie ist auch in diesem Bastard seit 1908 vollständig rezessiv.

2. V e r l a u f d e r K r e u z u n g W × R ♂.

Es wurde oben gesagt (S. (48), daß diese Kreuzung in F_1-Generation weit anders gestaltete Früchte, als richtige M i s c h - f o r m beider Eltern in Gestalt dicker, gestreifter und etwa zu einem Dritteil ± stark mit Warzen überstreuter birnförmiger Früchte ergeben hatte. Zur Auszählung einer zuverlässigen F_2-Generation konnte es nicht kommen, da bedauerlicherweise gerade die Inzuchten dieser Reihe ganz versagt hatten und überhaupt ihre Fruchtbarkeit merkwürdig gering erschien. Da nun auch die Beschaffung von einwandfreiem (warzenlosen) Typus „Regenschirm" sich hinzögerte, so wurde, um den notwendigen Vergleich nicht noch länger hinauszuschieben, die in Reserve gehaltene Frucht Nr. 2 im Jahre 1913 in allen Keimlingen gepflanzt. Sie ergab das auf Taf. (I) oben, Reihe 1 u. 2, wiedergegebene Bild, welches aus den nach Formgruppen geordneten Früchten alle wesentlichen Verschiedenheiten wiedergibt und deutlich zum Ausdruck bringt, daß in diesem Falle die F_1-Generation die b e i d e n elterlichen Merkmale fast an jedem Kürbis gut vereinigt. Besonders ist dies mit den beiden über Schild 2 liegenden und für Individualzüchtung ausgewählten Früchten der Fall, die eine mit einem in b e i d e n Eltern n i c h t vorhandenen Merkmal: k e g e l f ö r m i g e Z u s p i t z u n g d e s S c h e i t e l s ausgezeichnet, die andere, noch stärker warzige, flach als Abkömmling von „Regenschirm".

Die F_2-Generation der beiden ausgezeichneten Inzuchtfrüchte (2) ergab 1914 folgendes Bild:

a) Die links liegende Kegelfrucht lieferte 29 fruchtende Pflanzen, davon
   - 5 dunkelgrün, sehr platt, außerordentlich warzig;
   - 3 heller grün und mehr gewölbt, dick warzig;
   - 1 dunkelgrün kapuzenförmig mit 10 Randkerbungen, schwach warzig;
   - 3 dunkelgrün, klein abgeflacht-apfelförmig, gerieft, schwach warzig;

sämtlich warzenfrei:

2 dunkelgrün, am Grunde wie R, aber mit breit kegelför-förmigem Scheitel;
3 heller grün mit gerundetem Scheitel, sonst ähnlich R;
3 hellgelbweiß (vom Typus Taf.. (1), 1917, dritte Reihe!);
9 hellgelb-gelbweiß gerieft, aber mit abgeflachtem Scheitel ähnlich *Regenschirm*.

b) Die rechts liegende platte Warzenfrucht lieferte 58 fruchtende Pflanzen, davon:

7 wie die Mutterfrucht, dickwarzig, grüngelb;
6 flach geriefte, schwach warzige und platte grüne Früchte;
2 breit gedrückte dunkelgrüne Früchte mit Warzenstreifen;
6 dicke, feinwarzige Birnen mit zarten Regenschirmrillen;
1 melonenförmige, gerillt-warzige, dunkelgrüne Frucht;
1 *dicke, mit Regenschirmrillen gezeichnete und sehr schwach* gewarzte Birnenform;

sämtlich warzenfrei:

9 gelbliche, tief gefurcht-gekerbte Zwischenformen von Beutel und Regenschirm;
6 gelbe und 6 weißgelbe platte, tief gefurchte R-Birnen;
5 weißgelbe und geriefte Apfelformen;
5 grün und weiß gebänderte, nicht geriefte Apfelformen;
4 platte und am Rande durchaus nach Typus R. gekerbte *weißgelbe Früchte*.

In dieser Weise sind noch 5 andere Geschwisterreihen ausgezählt mit ähnlich schwankenden Größen, Formen, Farben, Warzigkeit und warzenlosen R-Modifikationen. Dabei hatte aber jede dieser Familien aus Einzelfrüchten entweder im Gesamtdurchschnitt oder in einzelnen ausgewählten Formen ein Sondergepräge, wie es nur Bildaufnahme wiedergeben kann; zwei Familien zeigten nur gelblichweiße Farbe. Und so zeigte sich hier wieder einmal und im Gegensatz zu den frühen unter „Hausspalier" beschriebenen Formen und auch im strengen Gegensatz zu der Kreuzung R × W mit ihrer einheitlichen Form und Farbe „der Eindruck einer ganz hoffnungslos komplizierten Formen- und Farbenmannigfaltigkeit" (BAUR 1914).

Schon aus dem Grunde, daß nicht alle diese bemerkenswerten Formen in Nebenreihen weiter kultiviert werden konnten, lichtete sich der Variationskreis 1915 in F_3 bedeutend, zugleich aber auch dadurch, daß das Warzenmerkmal auch in den Familien mehr und mehr zurücktrat, die aus warziger Inzucht mit fortgesetzter Selektion hervorgegangen waren. So war es besonders bei drei Familien, nur die vierte zeigte auch in F_5 vom Herbst 1917

eine gegen F_2 wenig veränderte Variationsbreite. Diese stellt Taf. (I) unter 1917 in Reihe 1—2 an 12 Früchten dar. Die darunter stehenden Reihen 3—4 zeigen dagegen in 14 Früchten eine nunmehr schon als konstante Neubildung mit deutlich abgeleitetem Regenschirm-Charakter aus Familie 1 entstandene Rasse „Gelbschnabel", welche schon im Jahre 1916 ebenso rein wie 1917, durchaus sich in der durch das Bild veranschaulichten Variationsbreite haltend, rasch unter Ausscheidung jeder anderen als gelbweißer Farbe sowie jedes besonderen Warzenmerkmals die heutige Form angenommen hat. Von „Warze" hat sie nur die gegen die väterliche flache Form meist viel mehr oblonge Gestalt, die kegelförmige Schnabelbildung ist eigenartig und in der R-Rasse nicht vorhanden gewesen. Und wiederum ist sie kleiner als der Durchschnitt beider Eltern, heller gelb als der R-Typus. Noch sind einige stark an diesen selbst erinnernde Formen darunter, aber auch diese haben nicht vertieften, sondern breit-kegelförmig zugespitzten Scheitel.

Diese Form, der niemand ansehen kann, daß sie aus W × R in fünfter Generation hervorgegangen ist, sondern die bei der Analyse ihrer Merkmale als Varietät zu den *C. Melopepo*-Formen gezählt werden würde, ist für 1918 in unsere Inzuchtbeete aufgenommen worden, und ich zweifle nicht daran, daß sie ebenso wie der als *Ficifolia*-Bastard gezüchtete „gestreifte Apfel" sich zu weiteren Kreuzungen eignen wird, ohne in den Varianten solcher Kreuzungen seine genealogische Geschichte anders als nach Typus „*Regenschirm*" zu verraten.

Wer die vorstehenden Versuche mit dem Maßstabe etwa von JOHANNSENs Vorlesungen über exakte Erblichkeitslehre ansieht, wird nicht befriedigt sein; aber sie gingen auch auf ein anderes Ziel hin und bieten für die exakte Erblichkeitslehre vielmehr nur Material und Anregung (z. B. nach der Untersuchung des den äußeren Charakter „Warze" bewirkenden Anlagefaktors), als einen Abschluß. Ihr Ziel war ein durch Züchtungen an leicht zugänglichem Material zu gewinnendes Verständnis für polymorphe Variation und Herausbildung neuer, wenn auch nur kleiner, Arteigenschaften unter nahe verwandten Rassen, wie wir sie in der Natur wildwachsend z. B. so formenreich bei *Rosa*, *Rubus*, *Salix* finden. Mit diesen aber lassen sich, wie ich denke, manche an *Cucurbita* gesammelten Erfahrungen wohl vergleichen, und ich

möchte als Beleg dafür nur auf B. LIDFORSS' (8) 1914 hinterlassene Arbeiten über *Rubus* verweisen, in denen die überaus große *Vielförmigkeit solcher Bastarde in der F_2 Generation dargelegt* wird, die sich dadurch noch erhöht, daß unter Umständen neue, den Stammeltern fremde Eigenschaften auftreten (S. 3). Auch daß die neu entstandenen *Rubus*-Formen schwerlich als Belege für *einen Mutationsprozeß im Sinne von* H. DE VRIES verwertet werden können, ist eine dieser sehr bemerkenswerten Ableitungen. Wenn man die zahlreich an nicht weit von einander gelegenen Standorten wachsenden Brombeeren in ihrem Artwert *mit unseren Cucurbita-Rassen vergleicht,* so kommen vielfach gleiche Werte heraus, und es kann sich hier in freier Natur dasselbe Spiel oft wiederholen, welches mein am Hausspalier vorgenommener polyphyler Kreuzungsversuch in seiner Wirkung erproben wollte. Hier lag die Erklärung des Formenreichtums in Kreuzungen von Sippen verschiedenen Verwandtschaftsgrades immer besonders nahe und lenkte auf experimentelle Prüfungen hin, die aber, wie wir sehen, infolge von Kryptomerie elterlicher Merkmale die wahre Verwandtschaft oft gar nicht, in anderen Fällen erst auf langen Umwegen aufdecken werden. — Ebenso hat H. NILSSON an *Salix*-Bastarden nach den Mitteilungen darüber von J. P. LOTSY (9) i. J. 1915 die Gleichheit der F_1- und die in der Hauptsache intermediären, in allen möglichen Gradationsformen variierenden Typen der F_2-Generation festgestellt mit dem Zusatz, daß gelegentlich von einem der Eltern in der Kreuzung nichts zu sehen gewesen ist, und daß ihr Ursprung, wenn der Bastard in der Natur angetroffen wäre, niemals richtig hätte beurteilt werden können.

Aber auch in anderen Gattungen als in diesen typischen Beispielen polymorpher Formenkreise, bei denen man sich die *floristisch durchgearbeitete Mannigfaltigkeit gar nicht ohne die* Wirksamkeit von Zwischenkreuzungen und deren Varianten erklärt denken kann, sind jetzt Kreuzungen vom gleichen Effekt festgestellt, wofür ich besonders E. LEHMANNs 1914 (5) neu zusammengefaßte, langjährige Studien an der *Veronica agrestis* nenne.

Ihr Verfasser vermißt (S. 156—159) den Erklärungsversuch für die große Gleichförmigkeit in den F_3-Familien nach der starken Variation der F_2-Generation und hält es für unrichtig, vage Spaltungsvorgänge in F_2 als Mendelspaltung zu bezeichnen, sofern nicht die exakten Zahlenverhältnisse derselben vorliegen (S. 160). Auch das ist für ihn keine Frage mehr, daß auf dem Wege der Kreuzung neue Kleinarten entstehen können, und daß „das Entstehen so vieler weitgehend konstanter Formen in F_2 nach Bastar-

dierung zweier aufs nächste verwandter Unterarten für den Artbildungsprozeß sicher von besonderem Interesse sei".

Mir scheint dann aber noch von besonderem Interesse die bei den Kürbiskreuzungen in Erscheinung getretene dauernde rezessive Eigenschaft nicht nur eines kleinen Merkmals, sondern ganzer Merkmalsgruppen des einen oder anderen Elters, die auch nicht durch eine Spaltung veranlassende Weiterzüchtung oder Überkreuzung wieder erweckt werden können und daher der von E. TSCHERMAK (13, 1913; 14, 1914) neu ausgelegten Kryptomerie richtig zu entsprechen scheinen. Und daß bei der Herausbildung neuer Rassen auch der Inzucht zum Trotz ein schrittweiser Wandel der Form in den Folgegenerationen eintritt, als wenn eine bestimmte Tendenz in der Kreuzung läge, diese oder jene Eigenschaft unter einer anderen untergehen, kryptomer werden zu lassen, scheint mir auch eine wichtige Erfahrung.

Besonders aber die Erfahrung, daß eine äußerlich erkannte, morphologisch einer bestimmten Mikrospezies oder Varietät zugeteilte Form einen ganz anderen genealogischen Entwicklungsgang durchlaufen haben kann, als die Hauptgruppe dieser Spezies oder Varietät (siehe oben: Entstehung einer abgeleiteten „Apfelsine", S. (49), besonders diese spricht dafür, daß die „Phantasiebeispiele", welche E. LEHMANN (7) 1914 im Biolog. Centralblatt S. 289 als Beleg für die Verschiedenheit von „isogener Einheit" und „genetischer Einheit" bringt, sich durch einfache Kreuzungserfahrungen reell belegen lassen, und daß der Artbegriff tatsächlich, wenn schon „reine Linien" hochgradig heterozygotisch sein können, sich demgemäß weit von isogener Einheit entfernt unter den strukturellen Gesichtspunkt, praktisch und aus diesem Erfahrungsgrunde auch bis zu gewissem Grade theoretisch, zu stellen hat, daß demnach die „Spezies" praktisch zu begrenzen ist, und daß wir unsere Forderungen vom streng verwandtschaftlich zu fassenden Artbegriff werden einschränken müssen.

Spielt somit die Kreuzung und der mit ihr verbundene Formenwechsel bei der Entstehung der Arten eine viel größere Rolle, als man ihr in den letzten Jahren zuzuschreiben gewohnt war, so darf auch noch hervorgehoben werden, daß damit die DARWINsche Selektion auch wieder zu größerer Bedeutung gelangt. Denn der Kampf unter polymorph in einem gleichen Gebiet kreuzungsfähig schnell und plötzlich entstehenden Konkurrenten wird sogleich auf gewisse ökologische Faktoren zurückgreifen müssen, die sofort gegenüber fertigen Zuständen in dem

neuen Kreuzungsprodukt wirksam werden. In dieser Beziehung erinnere ich daran, daß der Typus „Regenschirm" buschig niederliegend wächst, daß aber die fruchtbare Kreuzung R × W ein Ranker ist. Es käme darauf an, für welche Lebensform der betreffende Standort, an dem die Kreuzung neben der Mutterform zur Geltung kommt, ein mehr zusagender ist. Die Wirkung des Standortes und die Möglichkeit einer räumlichen Trennung durch verschiedene Standortsmodifikationen werden dann im Spiel der freien Naturkräfte eine Auslese aus den zahlreichen sexuellen Varianten und Mutanten je nach ihren ökologischen Bedingungen und Bevorzugungen treffen können und treffen müssen, da ja *neben den äußerlich zur Geltung kommenden Faktoren auch innere* Lebensbedingungen der Ernährung sicherlich in den Hybridisationen ebenso sich kombinieren oder abspalten werden. So gibt die Mutation auf sexuellem Wege die leichteste Erklärung für solche Fragen, wie ich sie in der „Ökologie" (DRUDE 1913) unter Abschn. IV (S. 233–279) hinsichtlich des Verhaltens nahe verwandter Sippen im Kampf um den Raum, Speziesmutation und die heutige Vererbungslehre berührt habe.

Literaturverzeichnis.

1. BAUR, E., Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 2. Aufl. (1914), S. 111.
2. DRUDE, O., Kulturversuche über Variation und Mutation. Verh. d. Ges. Deutscher Naturf. u. Ärzte in Cassel, *1903, II., 1. Hälfte, S. 192.*
3. — —, Die Ökologie der Pflanzen. Braunschwg. 1913.
4. EMERSON, R. A., Inheritance of size and shapes in plants, Amer Nat. 1910, XLIV., 739–746.
5. LEHMANN, E., Über Bastardierungsuntersuchungen in der *Veronica*-Gruppe *agrestis*. Zeitschr. f. indukt. Abst.- u. Vererbungs-L. 1914, XIII., 88–175
6. — —, Die Vererbung quantitativ differierender Merkmale. (Sammelreferat.) Zeitschr. f. Bot. 1914, VI., 336–343.
7. — —, Art, reine Linie, isogene Einheit. Biolog. Centralbl. 1914, XXXIV., 285.
8. LIDFORSS, B., Resumé usw. Zeitschr. f. indukt. Abst.- u. Vererbungs-L. 1914, XII., 1–13.
9. LOTSY, J. P., Kreuzung oder Mutation die mutmaßliche Ursache der Polymorphie? Zeitschr. f. indukt. Abst.- u. Vererbungs-L. 1915, XIV. 204. — Darin HERIBERT NILSSON über *Salix*, p. 213–215.
10. NAUDIN, Ch., Annales d. Sc. nat., Ser. 4, VI. 5, XII. 84, XVIII. 178. — Ser. 5, V. 7 und VI. 8
11. OSTWALD, W., Die Farbenfibel. Leipz. 1917.
— —, Der Farbenatlas. Leipz. 1918 (im Erscheinen).

12. TSCHERMAK, E., Über die gesetzmäßige Gestaltungsweise der Mischlinge. Zeitschr. f. d. landwirtsch. Versuchswesen in Österreich, 1902. (Allgemeiner Teil S. 1—9 des S.-A.)

13. — —, Die Theorie der Kryptomerie u. des Kryptohybridismus. Beih. z. Botan. Centralbl. 1903, XVI, Hft. 1.

14. — —, Notiz über den Begriff der Kryptomerie. Zeitschr. f. indukt. Abst.- u. Vererbungs-L. 1914, XI., 181.

Erklärung der Tafel (I).

Filialgenerationen der Kreuzung ♀ Warze × Regenschirm ♂ vom Jahre 1908, Frucht Nr. 2 (siehe Text S. (46), Samenkörner zu Individualreihe ausgesät Frühjahr 1913.

(1) Tafelreihe 1 und 2: F_1 im Oktober 1913, in 11 aus der Gesamternte ausgewählten formverschiedensten Kürbissen, welche sämtlich + warzig auftreten, sehr verschieden groß, in Färbung gelblich-weiß oder (im Bilde dunkler) grüngelb sind, und z. T. sehr deutlich den Formcharakter „Regenschirm" in tiefen Furchungslinien zeigen.

(2) Die beiden zu derselben Gesamternte gehörigen und zur Individualzucht für 1914 u. folg. Jahre ausgewählten Inzuchtfrüchte, von denen die linke (kegelförmig-zugespitzte) die Mutterform der Familie I i. J. 1917, die rechte (stark warzig-abgeplattete) diejenige der Familie IV darstellt.

Tafelreihe 3 und 4: F_5 im Oktober 1917, in 12 von Familie IV aus der Gesamternte ausgewählten formverschiedensten Kürbissen, teils glatt und platt wie „Regenschirm", teils glatt und gefurcht, oder schwachwarzig und gefurcht (Mittelformen), teils abgeplattete, sehr stark warzige Formen entsprechend der Mutterform (Reihe 2, Nr. 2 rechts). Die gleiche Variation dieser Merkmale hat sich von F_2 im Jahre 1914 bis zum Jahre 1917 in dieser und einer ähnlichen Schwesterfamilie erhalten.

Tafelreihe 5 und 6: F_5 im Oktober 1917, in 14 aus der Gesamternte der Nachkommen von Familie I formverschiedensten Kürbissen, deren größte Zahl sich in den Formverhältnissen der vier ersten Früchte der Reihe 5 hält. Die übrigen zehn sind aus mehreren seit F_2 (1914) entstandenen Geschwisterlinien von sehr ähnlicher Form und Farbe (alle ± hellgelblichweiß) hinzugefügt zum Beweis: daß die sämtlichen Nachkommen der Mutterform F_1 (1913, Reihe 2, Nr. 2 links) das Merkmal „Warze" unterdrückt und die neue, spitz-gefurchte Form des „Gelbschnabels" angenommen haben oder entwickeln.

4. Richard Harder: Ueber die Beziehung der Keimung von Cyanophyceensporen zum Licht.

(Mit 1 Abb. im Text.)

Es ist eine bekannte Tatsache, daß die Keimung in enger Beziehung zum Licht steht. Es braucht nur an die Arbeiten von KINTZEL, GASSNER und LEHMANN erinnert zu werden, die sich mit der Keimung der Samen höherer Pflanzen beschäftigen. Die ersten Beobachtungen über die Bedeutung des Lichtes für die Keimung sind aber schon bedeutend älter als die Arbeiten der eben genannten Autoren und wurden an Kryptogamen gemacht. Schon 1843 hat UNGER den Einfluß des Lichtes auf die Keimung von *Vaucheria*zoosporen beobachtet. An Kryptogamensporen sind dann auch die ersten Versuche gemacht worden, die qualitative und quantitative Wirkung des Lichtes näher zu analysieren und seinen Einfluß durch andere Faktoren zu ersetzen. Eine reiche Literatur liegt besonders über den letzten Punkt heute vor.

Für derartige Untersuchungen über die Lichtwirkung auf die Keimung hatte ich sehr schönes Material zur Verfügung in Form von artreinen, z. T. absolut bakterienreinen Kulturen einiger sporenbildender Cyanophyceen, nämlich *Anabaena variabilis*, *Cylindrospermum muscicola* und *Nostoc punctiforme*.

Sät man die Sporen der genannten Arten auf Agarplatten aus, die man an ein Fenster stellt, so sind gewöhnlich nach ein paar Tagen die meisten Sporen gekeimt.

Anders bei Lichtabschluß. Die Sporen von *Cylindrospermum* und *Anabaena* keimten auf Mineralsalzagarplatten im Dunkeln überhaupt nicht, die von *Nostoc punctiforme* nur zu einem geringen Prozentsatz. Auch bei *Nostoc* blieb die Keimung im Dunkeln zunächst aus. Erst bedeutend später als gleichzeitig angesetzte Kontrollen im Licht keimten weniger als 1 pCt. bis höchstens $^1/_3$ der Sporen aus.

Die untersuchten Nostocaceensporen sind also typische Lichtkeimer, denn Keimung einiger % des ausgesäten Materials im Dunkeln ist auch bei anderen Pflanzen, die man zu den Lichtkeimern zählt, häufig zu beobachten, ohne daß man bisher genauer angeben könnte, worauf die Fähigkeit dieser Einzelnen zurückzuführen ist.

Bei den Cyanophyceen — wenigstens bei *Nostoc punctiforme* — scheint mir die Erklärung dafür relativ einfach zu sein. Es handelt sich offenbar in erster Linie um noch nicht völlig ausgereifte Sporen. Das geht einerseits daraus hervor, daß man neben den Keimlingen, die auf anorganischem Boden im Dunkeln gekeimt sind, keine leere Sporenhülle findet. Bei den Keimlingen liegt sonst immer die Exine als deutliche Hohlkugel am Ende des jungen Fadens, die Dunkelkeimer lassen meistens keine solche Hülle zurück, sie haben also noch keine vollkommen ausgebildete Membran, sind also noch nicht ganz reif. Es sind offenbar die Stadien, die SAUVAGEAU bei *N. punctiforme* als „cocci" bezeichnet. Andererseits nimmt die Zahl der im Dunkeln keimfähigen Sporen mit zunehmendem Alter stark ab. Im Maximum habe ich einmal aus einer vor 3 Monaten geimpften Kultur, in der die Sporen also noch nicht alt sein konnten, 30 pCt. Keimungen im Dunkeln erhalten, bei viele Monate alten Kulturen waren die Keimprozente stets viel niedriger. Um einen bestimmten Fall herauszugreifen ergaben sich aus einer ungefähr $^3/_4$ Jahre alten Kultur im Dunkeln weniger als 1 : 1000 Keimungen, während die gleiche Kultur $^1/_2$ Jahr früher 20 pCt. Dunkelkeimer geliefert hatte.

Versuche, die Keimung im Dunkeln künstlich hervorzurufen, führten im allgemeinen zu keinen sehr glänzenden Resultaten.

Darbietung reichlicher Stickstoffnahrung in Kombination mit schwachen Zuckermengen [0,01—1 pCt. $Ca(NO_3)_2$], die nach GASSNERs Erfahrungen günstig wirken könnte, schwache Ansäuerung des Keimbettes, mit der LEHMANN gute Resultate erzielte, waren wirkungslos. Ebenso hatte die Gabe mancher organischer Substanzen keinen Erfolg.

1—5 pCt. Pepton, 1 pCt. Asparagin, 2 pCt. Traubenzucker, 1—5 pCt. Glycerin waren wirkungslos. Die Zahl der Keimlinge war weder an den ersten Beobachtungstagen noch nach mehreren Wochen höher als auf Mineralsalzagar, auf einigen Substraten war sie sogar deutlich niedriger, besonders in höherer Konzentration.

Ein eindeutiger, einwandfreier Erfolg war dagegen auf Rohrzucker zu verzeichnen. 0,1 pCt. wirkten wegen zu niedriger Konzentration nur mäßig, auf 1 pCt. und vor allem auf 5 pCt. Rohrzucker war aber eine starke Förderung der Dunkelkeimung zu erkennen. Die Keimung ging allerdings langsamer vor sich als im Licht, es waren z. B. bei einem Versuch der mit Material gleicher Herkunft in Parallelreihen auf sehr schwacher Zuckerkonzentration im Licht und auf höherer im Dunkeln gemacht worden, folgendes Verhältnis zu finden:

Tabelle 1.

Keimungsgeschwindigkeit der Sporen von *Nostoc punctiforme* unter verschiedenen Bedingungen.

		Keimprozente am . . . Versuchstag			
		7	11	21	45
A	0,1 % Rohrzucker im Licht bei 15 ° C	20	100	—	—
B	5 % Rohrzucker im Dunkeln bei 15 ° C	0	47	84	100
C	5 % Rohrzucker im Dunkeln bei 30 ° C	45			

Es führten also, wenn auch langsam, 5 pCt. Rohrzucker schließlich zur Keimung aller Sporen im Dunkeln. Auf 1 pCt. Rohrzucker war die Förderung der Dunkelkeimung ebenfalls deutlich, die Konzentration von 10 pCt. war jedoch zu hoch, die Keimung unterblieb darauf vollkommen.

Um auch noch andere Faktoren zur Förderung der Dunkelkeimung heranzuziehen, wurden die Sporen teilweise direkt nach der Aussaat 3 Stunden lang in einen Thermostat, der auf 50 ° C eingestellt war, gebracht, teilweise dauernd bei 30 ° C kultiviert.

Die Exposition bei 50 ° C hatte nur schädliche Nachwirkungen, dagegen war die Kultur bei 30 ° C entschieden vorteilhaft. Während z. B. bei Zimmertemperatur auf 5 pCt. Rohrzucker am 7. Tag überhaupt noch keine Keimung zu verzeichnen war, betrug die Zahl der Keimlinge bei 30 ° C auf dem gleichen Substrat schon 45 pCt. (siehe Tabelle 1).

Künstliche organische Ernährung und Kultur bei 30 ° C, letztere allerdings nur in Kombination mit geeigneten organischen Substanzen, vermögen also die Lichtwirkung vollkommen zu ersetzen, so daß eine restlose Keimung der Sporen im Dunkeln stattfindet.

Um die Lichtwirkung näher zu analysieren, wurden verschiedene Lichtintensitäten zur Beleuchtung der Sporenaussaaten benutzt[1]). Je intensiver das Licht war, desto intensivere Keimung trat ein.

1) *Diese und alle folgenden Versuche wurden nur mit Nostoc punctiforme ausgeführt.*

Nach 72stündiger Dauerbeleuchtung wurde z. B. folgendes Resultat beobachtet (Tab. 2):

Tabelle 2.

Beziehung der Keimung zur Lichtintensität.

Lichtintensität (Meterkerzen)	200	88,8	12,5	5
Keimprozente	97	50	0,25	0

Bei längerer Ausdehnung der Versuchszeit zeigte sich dann, daß auch bei den schwachen Lichtintensitäten allmählich immer mehr Sporen keimten.

Dieses allmähliche Ansteigen der Keimzahl bei schwachem Licht zeigt, daß die Sporen nicht alle im gleichen Zeitpunkt keimen, nach irgend einer bestimmten Zeit alle gleichzeitig, sondern daß große individuelle Schwankungen vorliegen. Ein Teil der Sporen keimt bald, andere viel später.

Bei einem Versuche mit einer Lichtintensität von 12,5 Meterkerzen waren z. B. nach 48 Stunden 0,6 pCt. Sporen gekeimt. Der Rest folgte nun nicht etwa rasch hinterher, sondern am 17. Versuchstag waren erst 25 pCt. der Sporen gekeimt. Zur Steigerung von 0,6 auf 25 pCt. Keimlinge war also ein Zeitraum von 15 Tagen nötig, bei Fortgang im gleichen Tempo würden also alle Sporen erst nach 60 Versuchstagen gekeimt sein können.

Bei ganz konstanten Außenbedingungen, bei gleicher Beleuchtung und gleicher Herkunft des Materials, keimten also die ersten Sporen eines Satzes schon am 2. Tag, die *letzten erst nach 60 Tagen. Bei schwächerem Licht wurde* dieses Zeitintervall noch größer.

Es leuchtet wohl ohne weiteres ein, daß bei so außerordentlich großen individuellen Schwankungen alle quantitativen Untersuchungen über Gesetzmäßigkeiten bei der Keimung nur bei großer Sorgfalt in der Beobachtung und sehr ausgedehnten Versuchen zu einem Ziele führen können.

Auf eine Anzahl anderer Momente, welche die Ergebnisse beeinträchtigen, soll hier nicht eingegangen werden.

Nach der Ermittelung, daß die Intensität des Lichtes die Keimung der *Nostoc*sporen weitgehend beeinflußt, drängt sich die Frage auf, ob auch die Lichtmenge einen Einfluß auf die Keimung ausübt.

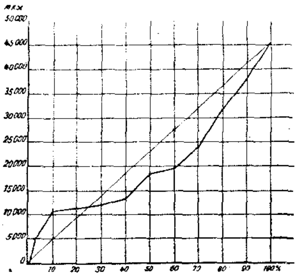
Daß das der Fall ist, zeigt folgender Versuch (Tab. 3), bei dem die Zeit bis zum Eintritt von 90 bis 100 pCt. Keimlingen bei verschiedenen Lichtintensitäten beobachtet wurde.

Tabelle 3.

Beziehung der Keimung zur Lichtmenge.

Lichtintensität: (Meterkerzen)	200,0	88,8	50,0	12,5
Keimungszeit: (Stunden)	72	120	288	1632
Lichtmenge: (Meterkerzenstunden)	*14 400*	*10 656*	*14 400*	*20 400*

Die Keimung findet also bei Zufuhr von 10 000 bis 20 000 Meterkerzenstunden statt. Wenn die Werte im Einzelnen auch stark schwanken, so ist diese Schwankung doch unabhängig von der Intensität, denn sonst müßten wir ja eine aufsteigende oder absteigende Zahlenreihe gemäß der Intensitätsfolge finden. Mit



Kurve 1.

Beziehung zwischen Keimprozenten und Lichtmenge.

anderen Worten: es ist ein neuer Fall für die Gültigkeit des Produktgesetzes gefunden, die Keimung der Sporen von *Nostoc punctiforme* findet bei einer bestimmten aus dem Produkt der Lichtintensität und der Belichtungszeit gebildeten Lichtmenge statt.

Nicht nur die Vollkeimung hängt in dieser Weise von der Lichtmenge ab, sondern auch alle niedrigeren Keimungswerte.

Das zeigt Kurve 1, in der das Gesamtergebnis eines Versuches dargestellt ist, bei dem 8 verschiedene Lichtintensitäten zwischen 300 und 3 Meterkerzen zur Anwendung kamen.

Auf der Abscisse sind die Keimprozente abgetragen, auf der Ordinate die Lichtmengen. Die resultierende Kurve hält sich ohne besonders große Abweichungen an die ideale Mittellinie.

Über die Abhängigkeit der Keimung im Einzelnen von der Lichtintensität, beziehungsweise Lichtmenge mögen folgende Angaben dienen. Bei einem Versuch waren am 5. Versuchstage nach 120 Stunden Belichtung bei den verschiedenen Lichtintensitäten die in Tabelle 4 wiedergegebenen Keimprozente zu beobachten.

Tabelle 4.

Beziehung zwischen Lichtmenge und Keimprozenten nach 120 Stunden Belichtung.

Lichtintensität (Meterkerzen)	Lichtmenge (Meterkerzen-stunden)	Keimprozente		Abweichung
		gefunden	berechnet	
300	36 000	20,4	19,2	+ 0,8
200	24 000	13,5	12,8	+ 0,7
160	19 200	9,9	10,2	— 0,3
120	14 400	5,5	7,7	— 2,2
80	9 600	1,1		
50	6 000	0 8		
25	3 000	0,93		
12,5	1 500	0,89		
3,1	372	0,88		

Ein Blick auf die fast gleiche Zahl von Keimprozenten unterhalb 80 Kerzen zeigt, daß hier offenbar abnorme Verhältnisse vorliegen. Die dort beobachteten Keimlinge sind offenbar solche, die ziemlich unabhängig vom Licht sich entwickelt haben, und die auch im Dunkeln gekeimt wären. Bei den höheren Lichtmengen finden wir aber recht gute Übereinstimmung der experimentell gefundenen Zahlen mit den theoretisch zu erwartenden, woraus sich ergibt, daß die Keimung proportional zur zugeführten Lichtmenge erfolgt.

Daß diese Übereinstimmung auch für die niedrigen Lichtwerte gilt, zeigte die längere Ausdehnung des Versuches, bei der eine größere Zahl von Keimlingen bei den schwachen Lichtintensitäten zur Entwicklung kam.

Am 16. Versuchstag war die Keimung bei 300 Kerzen beendigt, im übrigen finden wir dort die in Tabelle 5 wiedergegebenen Verhältnisse.

Tabelle 5.

Beziehung zwischen Lichtintensität und Keimprozenten nach 384 Stunden Belichtung.

Lichtintensität	Keimprozente gefunden	Keimprozente berechnet	Abweichung
300	100	—	
200	86	87,2	— 1,2
160	69,5	69,5	± 0,0
120	54	52,8	+ 1,7
80	36	35,8	+ 0,1
50	20	21,4	— 1,8
25	1	13,4	— 12,4

Also recht gute Werte. Nur bei 25 Kerzen ist die Keimung noch im Rückstand, bis zum 41. Versuchstag hat sie hier aber auch so weit aufgeholt, daß 36 pCt. Keimlinge vorhanden sind gegenüber 37,25 pCt. theoretisch berechneten; also ebenfalls gute Übereinstimmung.

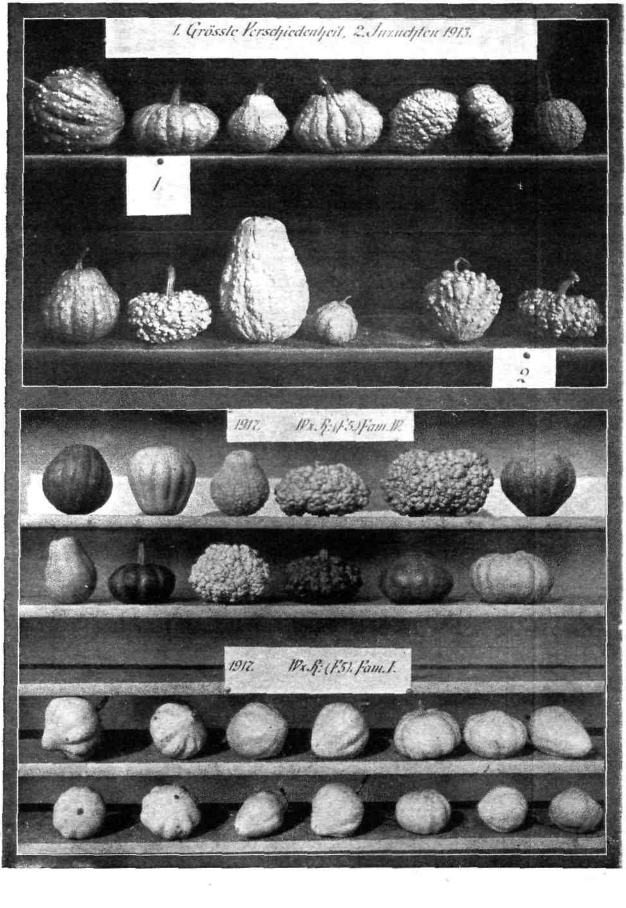
Aus den sämtlichen Zählungen des 41 Tage währenden Versuches, von denen hier nur 2 angeführt sind, ergibt sich, daß durch um je 10 000 MKSt steigende Lichtmengen durchschnittlich die folgenden Keimungsprozente ausgelöst werden:

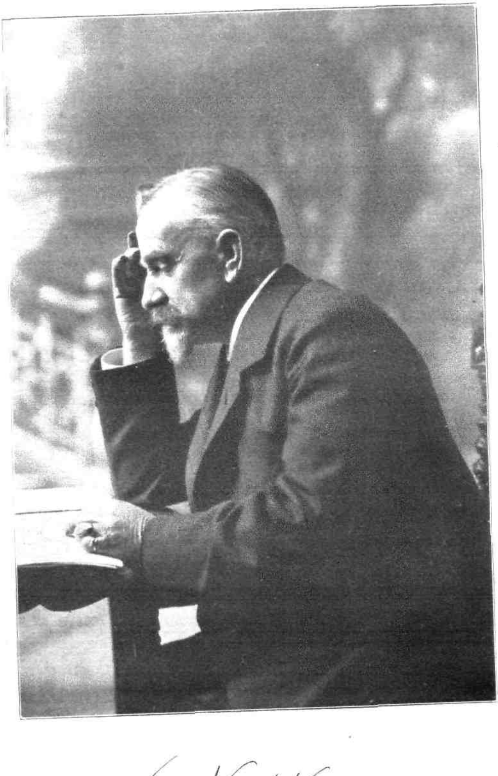
MKSt:	0—10 000	11—20 000	21—30 000	31—40 000
%:	1	12,2	20,6	37,1
41—50 000	51—60 000	61—70 000	71—80 000	81—90 000
57,6	54,4	68,3	81	90

Wenn auch im Einzelnen Abweichungen vorhanden sind, so ist doch unverkennbar, daß die Keimung der Sporen von *Nostoc punctiforme* bei Belichtung mit Intensitäten zwischen 300 und 12,5 MK proportional der zugeführten Lichtmenge erfolgt.

Weitere Einzelheiten und eine Diskussion der erhaltenen Ergebnisse sollen in der demnächst in den Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik (Bd. 58, S. 237—294 erscheinenden ausführlichen Arbeit gebracht werden.

Würzburg, Botanisches Institut, den 5. August 1917.


1. Grösste Verschiedenheit. 2. Inzuchten 1913.
1
2
1917. W x K: (F5) Fam. IV
1917. W x K: (F5). Fam. I.



G. Volkens.

Nachrufe.

Georg Volkens.

Von

OTTO REINHARDT.

(Mit Bildnistafel.)

Am 10. Januar 1917 verschied in Berlin Professor Dr. GEORG VOLKENS, Kustos am Botanischen Museum. VOLKENS hat einen von ihm selbst verfaßten Lebenslauf hinterlassen; das Schriftstück übergab er am 27. Juli 1915 Herrn Professor Dr. HARMS für den Vorstand des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg in einem geschlossenen Umschlag mit der Bestimmung, daß es nach seinem Tode zu öffnen sei. VOLKENS ist lange Jahre Vorsitzender des Botanischen Vereins gewesen; sein von ihm selbst verfaßter Lebenslauf ist in den Verhandlungen des Vereins von Prof. HARMS nebst Anmerkungen, einer Nachschrift und einem Schriftenverzeichnis veröffentlicht worden[1]).

Kurz macht VOLKENS einige Angaben über seine Familie, seine Jugend, Schul- und Universitätszeit, um dann um so eingehender seine Tätigkeit als Gelehrter, Lehrer und Beamter in seiner offenen, freimütigen Weise zu schildern. Die in Anführungszeichen gesetzten Teile meines Nachrufes sind diesem selbstverfaßten Lebenslaufe entnommen[2]).

„GEORG LUDWIG AUGUST VOLKENS wurde am 13. Juli 1855 in Berlin geboren. Sein Vater, der aus Heide in Holstein, dem Stammsitz der Familie, gebürtige Klempnermeister HANS JACOB VOLKENS, starb schon im September desselben Jahres an der Cholera; seine Mutter AUGUSTE geb. LUBRICH verheiratete sich später wieder mit dem Klempnermeister ADOLF KOEPPE, der für die Erziehung seiner beiden Stiefsöhne alles tat, was in seinen Kräften stand. VOLKENS besuchte anfangs die Kgl. Seminarschule, dann das Dorotheenstädtische Realgymnasium seiner Vaterstadt und bestand Ostern 1875 das Abiturienten-Examen. Einer

1) Verhandl. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenb., 59. Jahrg. 1917, S. 1—23.

2) Die im Texte eingefügten Nummern beziehen sich auf das Schriftenverzeichnis.

schon früher erwachten Neigung folgend, studierte er Naturwissenschaften, insbesondere Botanik, erst in Berlin, dann in Würzburg, zuletzt wieder in Berlin. ALEXANDER BRAUN und JULIUS SACHS waren die Lehrer, denen er eine besondere Förderung verdankte. Nach Absolvierung des Militärjahres bereitete er sich für das Oberlehrer-Examen vor, beschloß aber, als sein Stiefvater 1882 starb, das Studium der Botanik wieder aufzunehmen und sich ganz diesem Fach zu widmen. Nicht wenig trug zu diesem Entschlusse bei, daß so ausgezeichnete Lehrer wie EICHLER und SCHWENDENER nach Berlin berufen worden waren. Im neu eingerichteten Institut des letzteren, der ihn besonders anzog und für seine weitere wissenschaftliche Richtung ausschlaggebend wurde, fertigte er seine Arbeit (Nr. 1) „Über liquide Wasserausscheidung an den Blättern höherer Pflanzen" an, mit der er im Herbste 1882 an der Berliner Universität promovierte. Ebenfalls noch unter SCHWENDENERs Leitung entstanden die beiden folgenden Mitteilungen (Nr. 2 u. 3): *„Zur Kenntnis der Beziehungen zwischen Standort und anatomischem Bau der Vegetationsorgane"* und *„Die Kalkdrüsen der Plumbagineen"*.

Im SCHWENDENERschen Institute lernte ich 1881 VOLKENS kennen, als er seine Doktorarbeit anfertigte und sich zum Staatsexamen vorbereitete. Es herrschte damals ein wissenschaftlich äußerst anregendes Leben in unserem Institute. Nicht nur im Institute im Anschluß an die Belehrungen SCHWENDENERs „des Meisters", wie er kurz von uns genannt wurde, sondern auch auf zwanglosen Zusammenkünften in einer nahen Kneipe, an denen außer den Doktoranden VOLKENS, ZIMMERMANN, KRABBE, TSCHIRCH, FÜNFSTÜCK, dem Verfasser u. a., auch AMBRONN, der seine Doktorarbeit im KNYschen Institute beendet hatte, und der Assistent WESTERMAIER teilnahmen, wurden die damals im Vordergrunde stehenden Tagesfragen unserer Wissenschaft erörtert und führten oft zu einem lebhaften Meinungsaustausch.

Zu unserem Hauptthema der Wechselwirkung zwischen anatomischem Bau und physiologischer Funktion, ferner der Theorie der Blattstellung und des Windens, des Wachsens der Membran, der Anpassung und Zweckmäßigkeit des Baus und der Funktion der Spaltöffnungen fügten VOLKENS überraschende Beobachtungen eine neue Frage, die nach den Wegen des Wassers in der Pflanze. Trotz der Kritik von NÄGELI und SCHWENDENER im „Mikroskop" und trotz der Versuche von HARTIG, BÖHM und V. HÖHNEL herrschte die Imbibitionshypothese von SACHS, nach der der Transpirationsstrom des Wassers durch die imbibierten Membranen

wandern, während die Gefäße vorwiegend als Durchlüftungssystem, ähnlich den Tracheen der Insekten dienen sollten. Seine Beobachtung, daß das aus den Blatträndern und Spitzen austretende Wasser hierher aus den anschließenden Interzellularen, Epithemen und Gefäßbündelendigungen gelangt, veranlaßten VOLKENS, diese Wasserquellen noch weiter rückwärts in der Pflanze zu verfolgen, und es gelang ihm nachzuweisen, daß nicht nur im dunstgesättigten Raum gehaltene Kräuter, sondern auch Bäume am Morgen und bei feuchtem, die Transpiration herabsetzenden Wetter Wasser in den Gefäßen führen, das allmählich durch Verdunsten durch Luftblasen ersetzt wird. Durch diese einwandfrei festgestellte Tatsache erhielt die HARTIG-BÖHM-V. HÖHNELsche Ansicht eine neue Stütze und veranlaßte in den folgenden Jahren eine Reihe von Untersuchungen über das Wassersteigen, an die sich eine lebhafte Kritik für und wider die Imbibitionstheorie anschloß, die bald zugunsten des Steigens des Wassers in den Gefäßen und Tracheiden entschieden wurde, wenn auch die Frage nach den treibenden Kräften selbst heute noch keine befriedigende Lösung gefunden hat[1]).

Nach Fertigstellung seiner Doktorarbeit fiel VOLKENS in eine schwere Herzkrankheit, von der er sich erst allmählich erholte. Der ihn behandelnde Arzt Dr. ZUNKER, der später so berühmte Leibarzt der Kaiserin, riet ihm zur Kräftigung des Herzens passende Leibesübungen. VOLKENS war im ersten Semester dem Akademischen Turnverein als Mitglied beigetreten, war aber durch seinen Aufenthalt in Würzburg, sein Dienstjahr, seine Vorbereitung zum Staatsexamen dem Turnen fern geblieben, jetzt trat er dem Verein wieder bei, und die regelmäßigen Leibesübungen kräftigten sein Herz und seinen ganzen Körper bald so, daß er allen Strapazen und Anstrengungen der späteren großen Reisen gewachsen war. Als Vereinsbruder, Vorturner und Kollege trat ich ihm damals näher, und unseren Freundschaftsbund hat erst der Tod getrennt.

Seine Doktorarbeit hatte VOLKENS seinem verehrten Lehrer Prof. Dr. SCHÖDLER gewidmet, dem er vielfache Anregung und Förderung bei seinen ersten wissenschaftlichen Studien verdankte. VOLKENS hatte schon als Schüler fleißig botanisiert und sich dann unter ALEXANDER BRAUN und auf den Exkursionen mit ASCHERSON und VATKE eine gründliche Kenntnis unserer heimischen Flora angeeignet. Dabei hat VOLKENS nicht nur Pflanzen gesammelt und bestimmt, er hat die Natur immer mit offenen Augen

1) Die in der Dissertation erwähnte Platane steht heute noch als stattlicher Baum in den Anlagen nördlich des neuen Domes.

angesehen. Wie ihm der Unterschied der Tautropfen, die sich überall bilden können, und die von der Pflanze ausgeschiedenen Wassertropfen, die nur an bestimmten Orten auftreten, auffiel, so hatte er auch frühzeitig sein Augenmerk auf die Abhängigkeit der Pflanzen vom Standort gerichtet; und die Anregung, die er in Würzburg durch SACHS, vor allem hier durch SCHWENDENER empfing, drängten ihn förmlich dazu, die Einwirkung von Standort und Klima auf den Bau der Pflanzen und ihre Anpassung an die Umgebung zu erforschen. So entstanden die beiden oben erwähnten Arbeiten (Nr. 2 u. 3).

Es handelte sich damals nicht nur darum, wie weit diese Anpassung gehen, welchen Einfluß die Umgebung auf den Bau der Pflanze haben könne, sondern ob solche Einwirkungen besondere Zellen, Gewebe, Organe gewissermaßen hervorrufen und so neue Arten schaffen könne: *Die Frage nach der direkten Bewirkung der Außenfaktoren. Je extremer solche klimatischen Faktoren auftreten, um so auffälliger mußte ihre Einwirkung auf die Pflanze sein, und um so leichter ihr Einfluß auf den anatomischen Bau sich nachweisen lassen.*

„Da griff er denn eine gelegentlich im Botanischen Institut gefallene Bemerkung SCHWENDENERS: *man müsse die Beziehungen* zwischen Standort und Bau der Pflanzen in einem Lande mit möglichst extremen klimatischen Werten studieren, sofort auf und kam seinem Lehrer mit dem längst wohl vorbereiteten Vorschlage, ihm von der Akademie der Wissenschaften Mittel für eine Reise in die ägyptisch-arabische Wüste zu erwirken. SCHWENDENER sagte zu, die Akademie bewilligte 5000 M. und so begab sich denn VOLKENS im Herbst 1884 für etwa 10 Monate nach Ägypten. Die Frucht seines Aufenthalts daselbst war das mit 18 Tafeln ausgestattete Werk (Nr. 4): „Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste, auf Grundlage anatomisch-physiologischer Forschungen dargestellt". Das Buch hat Erfolg gehabt, es rief eine ganze Literatur hervor und trug mit dazu bei, eine besondere Disziplin der Botanik, die Oekologie der Gewächse zu begründen und auszugestalten.

Nach Abschluß des Werkes bewarb sich VOLKENS um die venia legendi bei der Berliner Universität und erhielt sie zu Beginn des Wintersemesters 1887. Genötigt, seinen Lebensunterhalt selbst zu erwerben, hatte er schon vorher nach einer Stellung Umschau gehalten, die ihm bei einem bescheidenen Gehalte die Möglichkeit bot, neben der Ausübung seiner akademischen Lehrtätigkeit weiter wissenschaftlich arbeiten zu können. Aber alles Suchen und Bewerben hatte bei dem damaligen Überfluß an jungen Bota-

nikern keinen Erfolg. Als nach dem Tode EICHLERs A. ENGLER nach Berlin kam, wurde VOLKENS von diesem das Anerbieten gemacht, beim Botanischen Museum zunächst als unbezahlter Volontär einzutreten. VOLKENS tat dies und ging gleichzeitig die Verpflichtung ein, seine Qualifikation zum Systematiker dadurch zu erweisen, daß er die *Chenopodiaceae* und *Basellaceae* (Nr. 8 u. 9) für die eben in Angriff genommenen „Natürlichen Pflanzenfamilien" zur Bearbeitung übernahm. Er kam der Verpflichtung nach, aber die erhoffte Anstellung blieb aus. VOLKENS kehrte nach zwei Jahren zum SCHWENDENERschen Institut zurück und vollendete hier seine Mitteilung (Nr. 7): „Über Pflanzen mit lackierten Blättern". Das Material dazu war ihm bei den Ordnungsarbeiten zugeflossen, die er für das Botanische Museum hatte leisten müssen. Das Privatdozenten-Stipendium, das ihm 1889 verliehen worden war, half ihm in den nächsten Jahren über die Nöte des Lebens hinweg."

Bei seinen systematischen Arbeiten, zu denen ihn sein Amt, seine Verpflichtungen nötigten, hatte VOLKENS in jenen Jahren eingehende anatomische Studien getrieben. Seine wissenschaftliche Begabung und angeborene Neigung, gefördert durch die im SCHWENDENERschen Institute erhaltene Ausbildung hinderten ihn, sich rein systematischen Forschungen hinzugeben. Sein Biograph HARMS, der VOLKENS systematische Tätigkeit und seine Leistungen als Systematiker voll würdigt, schreibt im Anschluß an den Nachruf mit Recht: „Trotz jahrelanger Arbeit am Botanischen Museum und Herbarium hat VOLKENS niemals Verständnis für die Aufgaben und Ziele der systematischen Botanik gezeigt[1])." VOLKENS hatte in dem reichen Material des Botanischen Museums Pflanzen extremer Klimata anatomisch untersuchen können und sich eine ganze Sammlung anatomischer Präparate angelegt. Außer Pflanzen trockenster Wüsten untersuchte er solche höchster Gebirge, die ja nicht nur allen Unbilden der Witterung, sondern oft auch einer sehr kurzen Vegetationsperiode angepaßt sein müssen. Am geeignetesten dazu, diese Anpassungen Schritt für Schritt zu verfolgen, schienen ihm die Gipfel der Südamerikanischen Anden. Als sich keine Aussicht bot, diesen Plan zu verwirklichen „unterbreitete er im Winter 1891/92 seinem Lehrer SCHWENDENER den Plan, eine Reise nach dem Kilimandscharo zu unternehmen. Es war ihm der Gedanke gekommen, daß man an einem Berge, dessen Fuß ausgesprochene Tropenvegetation zeigt und der mit seinem Gipfel bis in die Regionen ewigen Eises hineinreicht, den Einfluß

1) a. a. O. S. 13.

des Wärmefaktors auf den Bau der Pflanzen würde in ähnlicher Weise studieren können, wie den Einfluß großer Trockenheit des Bodens und der Luft in der Wüste. Der Plan kam zur Ausführung", und im November 1892 reisten VOLKENS und der Geologe Dr. LENT nach Ostafrika; die Mittel zur Reise gewährten die Kgl. Preußische Akademie der Wissenschaften und die Kolonialabteilung des Auswärtigen Amtes.

Im März 1893 trafen VOLKENS und sein Begleiter auf dem Kilimandscharo ein, der Aufstand des Häuptlings Meli von Moschi gewährte ihnen Zeit, die „Wissenschaftliche Kilimandscharo-Station in Marangen" einzurichten, und nach Niederwerfen des Aufstandes im August konnte der Berg nach allen Richtungen erforscht werden, aber VOLKENS Hoffnungen, die ihm gestellten Aufgaben zu lösen, erfüllten sich nur zum Teil. „Er überzeugte sich bald, daß der Kilimandscharo für anatomisch-physiologische Forschungen, wie sie ihm vorgeschwebt hatten, kein geeignetes Feld bot. Was sich im Bau einer Pflanze wiederspiegelt, sind immer nur die Gegensätze von Naß und Trocken; andere klimatische Differenzen, die für die verschiedenen Höhenlagen eines bis in die Schneeregion ragenden Gebirges bestehen, prägen den Geweben keinen deutlich erkennbaren Stempel auf. Aus der Not eine Tugend machend, wandte sich VOLKENS darum botanisch-systematischen und pflanzengeographischen Studien zu, bereiste den Kilimandscharo während eines 15monatigen Aufenthalts in allen seinen Landschaften, überall eifrig sammelnd und beobachtend, auch zoologisch und ethnographisch, um Unterlagen für eine beabsichtigte Monographie des Berges zu gewinnen."

In einem umfangreichen Buche „Der Kilimandscharo" (Nr. 15) beschrieb VOLKENS nicht nur die Erlebnisse seines Aufenthaltes, er bot in zusammenfassenden Kapiteln eine Naturgeschichte des Schneeberges, schilderte seinen Charakter, sein Klima, seine Pflanzen- und Tierwelt, seine menschlichen Bewohner und die Aussichten, die eine Besiedelung der deutschen Kolonialwirtschaft eröffnete. Das Buch ist meisterhaft geschrieben, mit einer Karte und einer Reihe anschaulicher Bilder versehen und für jeden, der Sinn und Verständnis für unsere kolonialen Bestrebungen hat, von höchstem Interesse.

Der Aufenthalt und die Reisen im Kilimandscharogebiet waren auch nach dem Niederwerfen des Aufstandes nicht ohne Gefahr, wie die kurz nach VOLKENS Abreise erfolgte Ermordung des Geologen Dr. Karl LENT und des Arztes und Zoologen Dr. KRETSCHMER zeigt. Mehr als von solchen Gefahren, die durch

feindliche Negerstämme oder durch größere Raubtiere drohten, hatte VOLKENS durch die Malaria zu leiden; an der er nicht nur in Ostafrika erkrankte, sondern an deren Nachwehen er auch noch nach seiner Rückkehr im September 1894 wiederholt zu leiden hatte. Dies hinderte VOLKENS nicht, außer der wissenschaftlichen Bearbeitung seiner Sammlungen noch eine rührige Tätigkeit als Kolonialbotaniker zu entfalten. Er beteiligte sich an der Gründung der Abteilung Berlin-Charlottenburg der Deutschen Kolonialgesellschaft, wurde in deren Vorstand berufen und hielt in ihrem Auftrage Vorträge in zahlreichen Städten Deutschlands, in denen er auf den Wert unserer Kolonien hinwies, aber vor übertriebenen Hoffnungen warnte. „Er goß etwas Wasser in den Wein derer, die da meinten, man könne aus unseren Kolonien Reichtümer herausholen, ohne zuvor Kapital und Arbeit hineingesteckt zu haben.“

VOLKENS Beurteilung von Deutsch-Ostafrika hat sich bestätigt. Ein Siedelungsland für Deutsche, etwa ähnlich wie Westafrika ist es nicht; aber durch Erziehung der Neger zur Arbeit im Plantagenbau verspricht das Land alle aufgewendete Arbeit und Kapital reichlich zu lohnen. Die Abhandlungen Nr. 10—27 entstanden in jenen Jahren. Zunächst hatte VOLKENS seine Tätigkeit im SCHWENDENERschen Institute wieder aufgenommen, doch arbeitete er die meiste Zeit im Botanischen Museum, um dann bald ganz dahin überzusiedeln, als er 1897 zum wissenschaftlichen Hilfsarbeiter und bald darauf 1898 zum Kustos am Botan. Museum ernannt worden war.

Mit seiner Anstellung als Kustos der botanischen Zentralstelle für die Kolonien fiel VOLKENS eine vielseitige Aufgabe zu, die ihn neben seiner bescheidenen Lehrtätigkeit so in Anspruch nahm, daß er seine anatomisch-physiologischen Studien ganz aufgab und den Gegenstand seiner Untersuchungen, wie ja auch seine Publikationen zeigen, seinem neuen Arbeitsgebiete entnahm. Eingehend bespricht VOLKENS in seiner Lebensbeschreibung die Ziele und Aufgaben der botanischen Zentralstelle und ihre eigenartige Stellung zum preußischen Kultusministerium und zur Kolonialabteilung des Auswärtigen Amtes. In seinem Amte lag ihm die Vermittlung ob zwischen den heimischen und überseeischen Behörden und die Versorgung unserer Schutzgebiete mit tropischen Nutzgewächsen. Es waren Gutachten auszuarbeiten, Auskünfte zu geben über vegetabilische Produkte der Kolonien, Vorschläge zu machen über Anpflanzung neuer Kolonialpflanzen und Ratschläge zu geben über neue lohnende Kulturen. Dazu mußten die nötigen Sämereien und

lebenden Pflanzen beschafft, erzogen, verteilt und versandt werden. Gärtner und Reisende für die Kolonien waren auszubilden und mit den nötigen Unterweisungen und Ausrüstungen zu versehen. Die botanischen Sammlungen aus den Kolonien waren wissenschaftlich zu bearbeiten; sie waren so umfangreich, daß fast alle Beamte des Museums und dessen reiche Mittel dazu in Anspruch genommen wurden. Durch Ausstellungen tropischer Gewächse und Erzeugnisse sollte die Teilnahme des Publikums für unsere Kolonien geweckt und gestärkt werden. Während VOLKENS, wie später ausgeführt werden wird, einen Ruf als Nachfolger SCHIMPERS nach Bonn abgelehnt hatte, nahm er 1903 die Aufforderung, in den Lehrkörper der Königl. Gärtner-Lehranstalt in Dahlem einzutreten, an, da ihm ja ohnedies die Ausbildung der im Botan. Garten beschäftigten Kolonialanwärter anvertraut war. — Noch weitere Kenntnisse und Erfahrungen als VOLKENS bei seinem Aufenthalt in der Ägyptischen Wüste und am Kilimandscharo gesammelt hatte, sollte er sich als Kolonialbotaniker auf den beiden folgenden großen Reisen erwerben, auf denen ihm Gelegenheit gegeben wurde eine neue tropische Welt kennen zu lernen.

„Im Juli 1899, als VOLKENS auf Rügen im Sommerurlaub weilte, wurde er telegraphisch nach Berlin zurückgerufen. Vier Tage später befand er sich auf der Reise nach Genua, um sich nach den Karolinen einzuschiffen. Diese waren einige Monate zuvor von den Spaniern käuflich erworben worden und nun sollte eine Reihe neuernannter Beamten hinausgehen, um den Flaggenwechsel und zugleich die Einrichtung einer deutschen Verwaltung vorzunehmen. VOLKENS wurde ihnen als Reichskommissar mit dem Auftrag beigegeben, die wirtschaftlichen Verhältnisse des damals noch sehr wenig bekannten Inselgebiets zu erkunden und darüber Bericht zu erstatten. Die Reise ging zuerst nach Singapore, wo innerhalb 8 Tagen alles eingekauft wurde, was zur Ausstattung der drei Bezirksämter in Ponape, Jap und Saipan erforderlich erschien. Mit einem eigens gecharterten Dampfer fuhr man weiter, lief Makassar, Amboina, die Banda-Inseln, Friedrich-Wilhelmshafen in Neu-Guinea an und gelangte am 18. September nach Herbertshöhe auf der Gazelle-Halbinsel. Die weitere Führung der Expedition, zu der hier das Kanonenboot „Jaguar“ stieß, übernahm der Gouverneur Deutsch-Neu-Guineas, Herr VON BENNIGSEN. Während dieser mit den Beamten das gecharterte Schiff, die „Kudat“ bestieg, ging VOLKENS an Bord des „Jaguar“. Nach kurzem Aufenthalt auf den Marshall-Inseln gelangte man am 7. Oktober nach Kussai, der östlichen Karolinen-Insel, vier

Tage später nach Ponape, dem Hauptsitz der spanischen Verwaltung, dann nach den Palaus, der westlichsten Gruppe, und endlich am 2. November nach Yap. Hier, wie schon in Ponape, fanden die Feierlichkeiten des Flaggenwechsels statt, am 17. November auch auf Saipan, womit die Übernahme der Karolinen und Marianen in deutsche Verwaltung vollzogen war. VOLKENS kehrte darauf, nachdem er noch die Marianen-Inseln Tinian und Rota kennen gelernt hatte, an Bord des gecharterten Schiffes nach Yap zurück und blieb dort sieben Monate. Ein so langer Aufenthalt war nicht beabsichtigt, er war erzwungen, da sich keine Möglichkeit des Fortkommens bot. Ein winziges Segelschiff, auf dem er in 42tägiger Fahrt noch einmal nach den Mariannen und dann nach Yokohama gelangte, erlöste VOLKENS endlich am 25. Juni 1900 aus wenig beneidenswerter Lage. Wenn er ja selbstverständlich auch die unfreiwillige Muße dazu verwandte, das kleine, den Umfang des Bundesstaates Bremen erreichende Eiland nach allen Richtungen hin durch Anlage botanischer, mineralogischer, zoologischer und ethnographischer Sammlungen, durch meteorologische und auf die wirtschaftlichen Verhältnisse bezügliche Beobachtungen zu erforschen, so war es doch ein mißlicher Umstand, daß er sich immer bereit halten mußte, jedes fern am Horizont auftauchende Schiff, wenn es in den Hafen lief, zu sofortiger Abreise zu benutzen. Er wußte nicht anders, als daß er zwei, höchstens drei Monaten von einem Kriegsschiff abgeholt werden würde. Es blieb aus, weil erst die inzwischen eingetretene Erwerbung Samoas, dann der in China ausgebrochene Boxeraufstand seine anderweitige Verwendung erfordert hatte."

„Die an Abenteuern reiche Karolinenreise ist VOLKENS immer in angenehmer Erinnerung geblieben, trotzdem sie sein Leben wiederholt in äußerste Gefahr brachte. So machte er im Verlaufe derselben zwei schwere Taifune durch, einen, bei dem das Zentrum des Wirbelsturms über das Schiff hinwegging, an Bord des auf ein Korallenriff getriebenen Kanonenbootes „Jaguar" im klippenerfüllten Hafen von Yap, den anderen auf dem nur 100 Tonnen bergenden Koprasegler, mit dem er nach Japan fuhr. Bei Gelegenheit eines Ausflugs nach der Südspitze der Insel Yap kam das Boot, das ihn und den Bezirksamtmann der Insel trug, zum Kentern, beide trieben auf dem Kiel reitend und im Angesicht der Brandung stundenlang umher, bis Eingeborene, die nur zweimal im Jahre den Weg machen, gerade an dem Tage vorüberkamen und die Schiffbrüchigen retteten."

Außer den botanischen hat VOLKENS bei seinem längeren

unfreiwilligen Aufenthalt auf den Karolinen reiche ethnographische und geologische, für die Kenntnis vom Aufbau der Inseln wichtige Sammlungen angelegt. Die Insel Yap weicht in ihrem Aufbau von den übrigen Eilanden der Karolinen völlig ab, insofern als auf ihr keinerlei vulkanische Gesteine, wohl aber durch VOLKENS Sammlungen kristalline Schiefer nachgewiesen sind. Die alte Ansicht der Geologen, die Karolinen seien jung-vulkanischer Natur mußte fallen gelassen werden. „Sie sind Reste eines im Meer versunkenen gewaltigen Landkomplexes, der sich weit nach Westen erstreckte."

Noch einmal zog VOLKENS nach Jahresfrist in die Fremde, er erhielt den Auftrag im Spätherbst 1901 nach Java zu gehen, um dort vom Botanischen Garten zu Buitenzorg aus die Deutschen Kolonien mit lebenden tropischen Nutz- und Ziergewächsen zu versehen. Bis zum August 1902 blieb VOLKENS auf Java und hat von dort in vielen Hunderten von Sendungen, Saat, Zwiebeln, Knollen, Rhizome und lebende Pflanzen in die Deutschen Kolonien und an die Zentralstelle in Berlin gesandt. „Vieles mag nicht gekeimt haben, vieles später wieder zugrunde gegangen sein, aber vieles ist auch geblieben, wie namentlich zahlreiche Palmen und Obstarten, blüht, fruchtet und pflanzt sich fort, kommenden Geschlechtern zum Nutzen."

„Mit der Reise nach Java war VOLKENS Streben in die Ferne zur Ruhe gekommen. Sie hatte ihm ganz besonders Gelegenheit gegeben, das tropische Pflanzenwesen kennen zu lernen und damit in den Stand gesetzt, den Anforderungen, die an ihm nunmehr wieder als Kustos der Botanischen Zentralstelle gestellt wurden, in vollkommener Weise als zuvor gerecht zu werden. Es erfüllte ihn mit Freude, an dem Aufblühen der deutschen Kolonien teilnehmen zu können und das Bewußtsein in sich zu tragen, daß auch seine Arbeit in bescheidener Weise dazu helfe, einen Erfolg herbeizuführen. Seine Betätigung als akademischer Lehrer trat immer mehr zurück, so sehr, daß er sich 1910 entschloß, seine Privatdozentur niederzulegen."

Auch nach seiner Rückkehr von den Karolinen und von Java hielt VOLKENS eine Reihe von Vorträgen über unsere Kolonien in fast allen größeren Städten Deutschlands und widmete sich daneben der Bearbeitung seiner Sammlungen. Man vergleiche dazu die Veröffentlichungen Nr. 28—37 und 39.

Im Jahre 1895 hatte VOLKENS den Professor-Titel erhalten. Er hat bis zum Jahre 1910, wo er vom Lehramt zurücktrat, regelmäßige Vorlesungen gehalten, zuerst über verschiedene morphologische, systematische, anatomisch-physiologische Themata, dann

ausschließlich über solche kolonialbotanischen Inhalts. „Große Erfolge waren ihm als Privatdocent aber nicht beschieden.“ Nur seine botanischen Exkursionen „Anleitung zum botanischen Beobachten in freier Natur“ erfreuten sich eines größeren Zuspruches, und mit Recht, wie ich als Teilnehmer an vielen dieser Ausflüge bezeugen kann. Seine Zuhörer waren Studenten der Naturwissenschaft und der Medicin, die Pflanzen kennen lernen wollten und VOLKENS verstand es sie nicht nur seltene Arten kennen zu lehren, sondern vor allem sie auf die häufig vorkommenden, vielfach sehr unscheinbaren und doch für den Standort bezeichnenden Pflanzen der Heide, des Sumpfes, des Ackerlandes aufmerksam zu machen. Er wies hin auf den ausdauernden Fruchtstand des vergangenen Jahres, der oft noch einen Teil seiner Früchte und Samen trug; auf die jungen, noch nicht Blüten tragenden Blattrosetten, die auch schon den Winter überdauert hatten und zum Schutze gegen den Frost platt dem Boden angepreßt wuchsen. Er lehrte sie, die Pflanze in ihrer Umgebung betrachten und wußte dabei eine solche Menge biologischer und morphologischer Einzelheiten einzuflechten, daß auch ältere Semester sich immer wieder zu diesen Ausflügen einfanden.

Im Herbste 1898 erhielt VOLKENS einen Ruf an die Universität Bonn als Nachfolger SCHIMPERS, der als Ordinarius nach Basel ging. VOLKENS lehnte ihn nach reiflicher Überlegung ab. Wohl hätte sich ihm die Gelegenheit geboten, ausschließlich freier Forschung zu leben und einen Schülerkreis zu erziehen, um alle jene Fragen zu bearbeiten und zu lösen, die sich ihm in Fülle bei seinen Reisen aufgedrängt hatten. Er hat eingehend erwogen, daß er mit der Ablehnung des Extraordinariats auf eine weitere akademische Lehrtätigkeit verzichte. Was ihn bestimmte, waren vor allem wirtschaftliche Gründe. und außerdem hoffte er sich in Berlin „eine selbständige Stellung als Kolonialbotaniker erringen zu können“. Zu beklagen ist es jedenfalls, daß ein Mann von VOLKENS Fähigkeiten, Fleiß, Wissen und Erfahrungen nicht eine seinen Anlagen entsprechende Stellung gefunden hat, und VOLKENS hat es selbst schwer empfunden, daß er nicht als freier Forscher und Lehrer wirken konnte. Ließ ihm sein Amt aber auch nicht die Zeit zu selbständigen Forschungen, so verfolgte er doch mit reger und kritischer Teilnahme die Arbeiten anderer, besonders solche, die sich auf die Anpassung der Pflanze an ihre Umgebung, auf Steigerung und Herabsetzen der Transpiration und ähnliches bezogen, und auf seinen regelmäßigen Wanderungen durch die Mark, denn VOLKENS liebte seine Heimat und kannte und schätzte ihre land-

schaftlichen Schönheiten, vor allem aber in den Tropen widmete er diesen Erscheinungen eingehende Studien; und es ist ein Verlust für unsere Wissenschaft, daß VOLKENS nur den kleinsten Teil dieser Beobachtungen hat veröffentlichen können.

Bei seinem Aufenthalt in Buitenzorg beschäftigte sich VOLKENS mit dem Studium periodischer Lebenserscheinungen tropischer Bäume und der Eigenart ihrer Verzweigung. In einem Vortrage, der 1903 in der Gartenflora abgedruckt wurde (Nr. 36) hatte VOLKENS einen Teil der gewonnenen Ergebnisse bereits mitgeteilt. „In abgerundeter Darstellung veröffentlichte er seine Beobachtungen erst 1912 unter dem Titel (Nr. 49): „Laubfall und Lauberneuerung in den Tropen". Jahrelang hatte das fertige Manuskript im Tischkasten geruht. Als dann aber die Arbeit von KLEBS erschien, die das gleiche Thema behandelte, hielt er den Zeitpunkt für gekommen, mit seinen abweichenden Schlußfolgerungen hervorzutreten. Was er beabsichtigt hatte, trat ein. Die Frage, ob die Periodizität den Pflanzen nur von der Umwelt aufgezwungen, oder eine innere, erbliche Eigenschaft sei, wurde auch von anderen aufgegriffen und meist in seinem Sinne beantwortet."

KLEBS war in seiner Arbeit „Über die Rhytmik in der Entwickelung der Pflanzen"[1]) zu dem Ergebnis gekommen, daß diese Rhytmik, Periodicität im Pflanzenleben durch die Periodicität des Klimas bewirkt werde, daß jede Ruhe durch hemmende Faktoren der Umwelt der Pflanze aufgezwungen würde. VOLKENS nimmt dagegen mit HABERLANDT und SCHIMPER an, daß die letzten Ursachen in erblichen innern, zur Zeit unbekannten Eigenschaften des Plasmas gesucht werden müssen. Über den Grund des Laubfalles in den Tropen schreibt er in der Gartenflora (Nr. 36, S. 597): „Wir müssen gestehen, wir wissen es nicht, denn wenn man auch sagt, innere Ursachen veranlaßten das Phänomen, so ist damit doch nur eine Formel ausgesprochen, die uns über unsere Unkenntnis hinwegtäuschen soll." Und auch in seiner Hauptarbeit faßt VOLKENS, wie die oben angeführte Stelle der Lebensbeschreibung zeigt, seine Ansichten dahin zusammen, daß die Frage, ob die Rhytmik in den Lebenserscheinungen von inneren oder äußeren Ursachen bedingt ist, nicht entschieden sei. Er schließt seine Abhandlung mit dem Absatz (Nr. 49, S. 142): „Meine Ausführungen schließen nach allem mit einem negativen Ergebnis ab. Zur Aufhellung der „inneren Ursachen" habe ich nichts beitragen können. Sie anzunehmen aber und gleichzeitig zu gestehen, daß wir über sie nichts wissen,

1) Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Heidelberg 1911.

scheint mir trotz KLEBS nach dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse das Gebotene."

„VOLKENS ist Junggeselle geblieben. Als er in der Lage war, einen Hausstand zu begründen, hielt er sich für zu alt dazu. So fand er die Zeit, sich rege an der Erörterung öffentlicher Angelegenheiten zu beteiligen und in Vereinen und Gesellschaften für mannigfaltige Bestrebungen zu wirken. Er war Mitglied aller vier in Berlin ansässigen der Pflege der Botanik gewidmeten Körperschaften, der Gesellschaft für Erdkunde, der asiatischen und der Kolonialgesellschaft, der Gesellschaft naturforschender Freunde, des meteorologischen Vereins und des akademischen Turnvereins, welch letzterem er ganz besonders anhing." Nach seiner Genesung von der schweren Herzkrankheit im Jahre 1881 ist VOLKENS bis zur Reise nach dem Kilimandscharo ausübender Turner gewesen und hat namentlich an den Turnspielen in Schönholz regelmäßig teilgenommen. Seine Ausdauer auf anstrengenden Märschen in den Tropen, beim Besteigen hoher Berge verdankt VOLKENS, wie er oft geäußert hat, diesen regelmäßigen Leibesübungen. Auch schriftstellerisch hat er sich auf diesem Gebiete betätigt; in den Akademischen Turnbundsblättern (Zeitschrift des Verbandes nicht farbentragender Akad. Turnvereine auf deutschen Hochschulen)[1]) findet sich ein Aufsatz von ihm: „Spiele und Leibesübungen der schwarzen Deutschen". In der Nachschrift zum Lebenslauf schreibt Prof. HARMS: „Sein Sinn für humorvolle Darstellung von Reiseerlebnissen zeigte sich in seinen Briefen aus Ostafrika[2])." Dem Freundeskreise im Akad. Turnverein ist er bis zu seinem Lebensende treu geblieben.

VOLKENS war auch ein regelmäßiger Besucher der Sitzungen der Deutschen Botan. Gesellschaft, der er seit ihrer Gründung angehörte. Mit besonderer Teilnahme widmete er sich dem Botan. Verein der Provinz Brandenburg. Schon als Student war VOLKENS ihm beigetreten und wurde 1897 zu seinem Vorsitzenden gewählt; dem Vorstande hat er dann als erster oder stellvertretender Vorsitzender bis zum Jahre 1910 angehört und die Geschichte der ersten 50 Jahre des Vereins verfaßt (Nr. 46).

Mit Freude verfolgte VOLKENS das Aufblühen der Deutschen Kolonien und mit Stolz hat es ihn erfüllt, auch durch seine Arbeit, wenn auch in bescheidener Weise, beigetragen zu haben, diese Erfolge herbeizuführen. Und wenn etwas in den letzten Jahren,

1) Jahrg. XI, 1895/96, S. 19—22, 51—54, 111—114.

2) Alt-Herren-Zeitung des Akad. Turnvereins zu Berlin, IX., 1893, S. 47, 74, X., 1894, S. 15, und Beilage S. 1, 36, 65, 91.

während des Krieges, ihn geschmerzt hat, so war es der Gedanke, daß alle diese Arbeiten und Opfer in Ost- und Westafrika, in der Südsee vergeblich gebracht seien, daß England ernten solle, was Deutsche gesät hatten. Wenn er auch die Hoffnung auf Deutschlands endlichen Sieg nie ganz hat schwinden lassen, seine Neigung schwarz in die Zukunft zu sehen und die Sorge um das Schicksal unserer Kolonien hat mehr als sein eigenes Geschick seine letzten Lebensjahre verbittert.

Sein Herzleiden hatte ihn nicht weiter behelligt, und auch die Nachwehen der Malaria hatte er überwunden, da stellten sich im August 1912 unvermittelt Anzeichen einer Arterienverkalkung ein. Seitdem kränkelte er, mußte wiederholt in Bädern und Sanatorien Milderung seiner Leiden suchen, fand sie auch, erlag aber dann doch am 10. Januar 1917 einem Herzschlage.

Aus dem Kleinbürgerstande hervorgegangen, brachte VOLKENS den Bedürfnissen und Lebensgewohnheiten und Anschauungen des Volkes ein großes Verständnis entgegen und verfolgte, mit regem Anteil die soziale Frage. Diese Neigung sich der Bedrückten und Enterbten anzunehmen tritt uns auch in seinen Abhandlungen entgegen, vor allem ist er in Wort und Schrift für eine milde, gerechte Behandlung der Neger eingetreten. Er sieht in ihnen, besonders den Einwohnern Ost-Afrikas große Kinder, die leichter durch Güte als durch rücksichtslose Strenge zu leiten und zu erziehen sind. Das treue Festhalten unserer ostafrikanischen Neger an der deutschen Herrschaft, ihre Teilnahme an dem Krieg gegen Engländer, Belgier und Buren hat VOLKENS Ansicht bestätigt. Sein klares, nüchternes Urteil, durch das er sich nicht nur in wissenschaftlichen Fragen, sondern auch sonst auszeichnete, hat ihn öfter in Gegensatz zu anderen gebracht, um so leichter, als sein gerader Charakter ihn förmlich zwang, auch da ungescheut seine abweichende Meinung offen zu vertreten, wo Zustimmung oder wenigstens Schweigen vorteilhafter gewesen wäre. Der Zwiespalt zwischen seinen Neigungen und seiner Tätigkeit, die Überzeugung, daß er als Forscher und Lehrer mehr leisten könne, als in seinem Amte, verstärkte von Jahr zu Jahr seine an sich schon zum Pessimismus neigende Natur, und machte es verständlich, daß er öfter harte, tadelnde Worte fand nicht nur gegen Unwahrheit und Lüge, sondern auch gegen kleinere menschliche Schwächen. Dabei hatte er als echt Berliner Kind Sinn für gesunden Humor und so tadelte er mehr mit scherzhaftem als verletzendem Spotte oberflächliche wissenschaftliche Untersuchungen, wenn ihre Veröffentlichung weniger der Wissenschaft als dem Fortkommen des

Verfassers zu dienen schien. Wir müssen diese Aufrichtigkeit um so höher an ihm schätzen als er doch zeitlebens in einer mehr oder weniger abhängigen Stellung gelebt hat. Als Student und junger Gelehrter, bis zu seiner Anstellung als Kustos, hat er sich durch Nebenarbeiten die nötigen Mittel zum Lebensunterhalt erwerben müssen. Seine Lebensführung war einfach, seine Bedürfnisse gering, und so kam noch ein Teil seines Einkommens anderen zu gute.

Trotz seiner schwarzseherischen Lebensauffassung liebte VOLKENS harmlose fröhliche Geselligkeit, und seine witzige Unterhaltungsgabe, manchmal gewürzt durch leichte spöttische Bemerkungen, launige Berichte von seinen Reisen haben oft zur Erheiterung in Freundeskreisen beigetragen. Alle die ihm näher treten konnten, haben in ihm einen lieben, treuen Freund und Kollegen verloren und werden sein Andenken stets in Ehren halten.

Von ihm gilt, wie von LEUTHOLDs Herz und Saitenspiel:

Es haben sich um schnöden Lohn
Die beiden nie verdungen;
Doch beiden ist im Leben schon
Manch eine Saite gesprungen.

„Die Erinnerung an VOLKENS halten wach die Gattungen *Volkensia* O. Hoffmann (in ENGLERs Bot. Jahrb. XX. (1894) 219, in ENGLERs Pflanzenwelt Ostafr. C. (1895) 492 t. 45, und in ENGLER-PRANTL, Nat. Pflzfam. IV. 5. (1895) 387; Compositae), *Volkensiella* H. Wolff (in ENGLERs Bot. Jahrb. XLVIII. (1912) 265; Umbelliferae, *Volkensinia* Schinz (in Vierteljahrsschrift der Naturforsch. Ges. Zürich, Jahrg. 57 (1912), Heft 3, S. 535; Umtaufung für *Kontrosphaera* Volkens; Amarantaceae, die von G. LINDAU (in ENGLERs Bot. Jahrb. XX (1894) 27 aufgestellte Pranthaceen-Gattung *Volkensiophyteon* gehört zu *Lepidagathis*. Pflanzenarten sind weit über 100 nach ihm benannt worden. Auch die Benennung einer Anzahl von Käfern, Heuschrecken und Mollusken ist mit seinem Namen verknüpft worden."

Schriftenverzeichnis[1]).

1. Über Wasserausscheidung in liquider Form an den Blättern höherer Pflanzen. Mit 8 Tafeln. Inaug.-Dissert. Friedrich-Wilhelms-Univ. Berlin 1882. – Jahrb. Kgl. Botan. Gartens Berlin II. 1883, S. 166—209, Tafel IV—VI. — Ref. in Botan. Centralbl. III. XII. 1882, S. 393—395 (Potonié).

1) Das Schriftenverzeichnis ist aufgestellt von Herrn Professor Dr. H. HARMS; für seine Erlaubnis, es nebst den Anmerkungen zu übernehmen, spreche ich ihm den verbindlichsten Dank aus.

2. Zur Kenntnis der Beziehungen zwischen Standort und anatomischem Bau der Vegetationsorgane. — Ebenda. III. 1884, S. 1—46, Taf. I.
3. Die Kalkdrüsen der Plumbagineen. — Bericht Deutsch. Botan. Gesellsch. II. 1884, S. 334—341, Taf. VIII.
4. Zur Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. Eine vorläufige Skizze. — Sitzungsber. Kgl. Preuß. Akad. Wissensch. Berlin 1886, Nr. 6, S. 63—82. — Vergl. auch Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg XXVIII. 1886, p. III.
5. Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste, auf Grundlage anatomisch-physiologischer Forschungen dargestellt. Gebr. BORNTRÄGER, Berlin 1887[1]).
6. Zu MARLOTHs Aufsatz: „Über die Bedeutung der salzabscheidenden Drüsen der Tamariscineen". — Bericht Deutsch. Botan. Gesellsch. V. 1887, S. 434—436.
7. Über Pflanzen mit lackierten Blättern. — Ebenda VIII. 1890, S. 120—140, Taf. VIII.
8. Chenopodiaceae. In ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfamil. III. 1a. 1892, S. 36—48; 1893, S. 49—91.
9. Basellaceae. — Ebenda, S. 124—128.
10. Eine Besteigung des Kilimandscharo. VELHAGEN u. KLASINGs Monatshefte VIII. 1893/94, Heft 11 (Juli 1894), S. 578—586.
11. Exkursionen am Kilimandjaro. — Verh. Gesellsch. Erdkunde Berlin 1895, Nr. 3, S. 1—22. — Vgl. außerdem: Ein Ausflug zum Dschalla-See (Voss. Ztg. 10—16, Aug. 1894).
12. Der Kilimandscharo und seine Bedeutung für den Gartenbau. — Gartenflora XLV. 1896, S. 2—4, 40—42, 59—63.
13. Über bemerkenswerte Bäume des Kilimandscharo. Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin I. 1896, S. 129—135.
14. Liste des plantes récoltées par les Princes Dèmètre et Nicolas Ghika-Comanesti dans leur voyage au pays des Somalis (zusammen mit G. SCHWEINFURTH). Bucarest 1897.
15. Der Kilimandscharo. Darstellung der allgemeinen Ergebnisse eines 15monatigen Aufenthalts im Dschaggalande. Mit 11 Vollbildern, 28 Textbildern und 1 Karte Berlin, DIETRICH REIMER. 1897.
16. Über das wohlriechende afrikanische Sandelholz (*Osyris tenuifolia* Engl.) zusammen mit A. ENGLER). — Notizbl. Bot. Garten u. Mus. Berlin I. 1897, S. 269—275.
17. Zur Frage der Aufforstung in Deutsch-Ostafrika. — Ebenda II. 1897, S. 12—20.
18. Identifizierung einiger ostafrikanischer Rinden und Hölzer (zusammen mit M. GÜRKE). — Ebenda II. 1897, S. 20—25.
19. Bericht über Kulturversuche in Deutsch-Ostafrika. — Ebenda II. 1898, S. 28—51.
20. Kulturerfolge des Versuchsgartens von Victoria in Kamerun mit den von der Botanischen Zentralstelle in Berlin gelieferten Nutzpflanzen. — Ebenda II. 1898, S. 156—173.

1) Ein kurzer Meinungsaustausch über den Einfluß des Lichtes auf die Verdunstung der Pflanze fand zwischen J. WIESNER und VOLKENS statt: J. WIESNER, Bemerkung zu einer Schrift des Herrn VOLKENS (Bot. Ztg. XLV. 1887, Nr. 25, S. 399—402); G. VOLKENS, Herrn WIESNER zur Antwort (ebenda, Nr. 28, S. 452). — H. HARMS.

21. Gummi aus Deutsch-Ostafrika. — Ebenda II. 1898, S. 176—181.
22. Über Gambia-Mahagoni in Ostafrika. — Ebenda II. 1898, S. 201—204.
23. Kulturnachweisungen ostafrikanischer Stationen für das Jahr vom 1. Juni 1897 bis 31. Mai 1898. Nach amtlichen Berichten zusammengestellt. — Ebenda II. 1898, S. 219—239.
24. Über die Bestäubung einiger Loranthaceen und Proteaceen. Ein Beitrag zur Ornithophilie. Festschrift für SCHWENDENER 1899, S. 251—270, Tafel X.
25. Die cactusartigen Euphorbien Ostafrikas. Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin II. 1899, S. 262—268.
26. Neue Nutzpflanzen Ostafrikas. 3. *Erythrophloeum guineense* Don. 4. *Cordyla africana* Lour. — Ebenda II. 1899, S. 271—273.
27. Kulturnotizen aus der Kais Versuchsstation Kwai in Usambara. — — Ebenda II. 1899, S. 368—373.
28. Über die Karolineninsel Yap. Ver. Gesellsch. Erdkunde Berlin XXVIII. *1901, Nr. 1, S. 62—76, Tafel I.*
29. Über eine Schildlauskrankheit der Kokospalmen in Togo und auf der Karolineninsel Yap. Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin III. 1901, S. 85 bis 92.
30. Einige Ergebnisse einer Reise nach den Karolinen und Marianen. Verh. XIII. Deutsch Geographentages Breslau 1901, S. 167—179.
31. Skizzen von einer Reise nach den Karolinen und Marianen. — Gartenflora L. 1901, S. 453—463. — Vergl. auch Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg XLII. 1900, S 20—21.
32. Die Vegetation der Karolinen[1], mit besonderer Berücksichtigung der von Jap. — ENGLERs Bot. Jahrb. XXXI. 1901, S. 412—477, Taf. XI—XIV. — Vergl. Demonstration bot. Materialien von den Karolinen in Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg XLVII. 1905, S. 32.
33. Bericht über die Tätigkeit der Botan. Zentralstelle für die Kolonien im Jahre 1901. — Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin III. 1902, S. 176—181. (Dieser regelmäßig verfertigte Bericht[2]) ist nur gelegentlich im Notizbl. abgedruckt, sonst findet er sich von 1898—1911 in der alljährlich dem Reichstag vorgelegten Denkschrift über die Entwicklung der deutschen Schutzgebiete in Afrika und der Südsee.)
34. Der Botanische Garten in Buitenzorg und seine Bedeutung für den Plantagenbau auf Java und Sumatra. — Verh. 1. Deutsch. Kolonialkongreß 1902, S. 182—193.
35. Die Flora der Marshall-Inseln. Notizbl. Bot. Garten u. Mus. Berlin IV. 1903, S. 83—91.
36. Der Laubwechsel tropischer Bäume. — Gartenflora LII. 1903, S. 591—598.

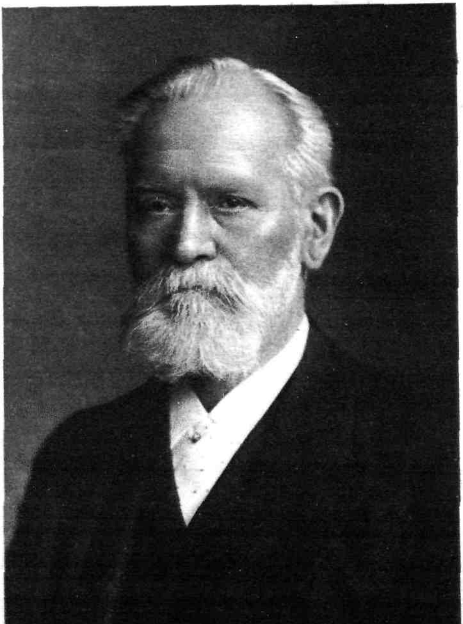
---

1) *Diese Studien wurden später fortgesetzt in den „Beiträgen zur Flora* von Mikronesien. Botanische Ergebnisse der mit Hilfe der HERMANN und ELISE geb. HECKMANN-WENTZEL-Stiftung ausgeführten Forschungen in Mikronesien, verbunden mit der Bearbeitung anderer Sammlungen aus diesem Gebiet. Zusammengestellt von G. VOLKENS". Serie I (in ENGLERs Bot Jahrb. LII. 1914, S. 1—18). — H. HARMS.

2) Der Bericht ist auch abgedruckt in der Beilage zum Deutschen Kolonialblatt 1897, S. 141; 1898, S. 147; 1899, S. 156; 1902, S. 339; 1903, S. 420; 1904, S. 486; 1905, S. 482; 1906, S. 382; 1907, S. 448.

37. Über einige Kulturerfolge in Togo. — Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin IV. 1904, S. 160—168.
38. KARL SCHUMANN. Ein Nachruf. Bericht. Deutsch. Bot. Gesellsch. XXII. 1904, S. 49–52 und Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg XLVI. 1904, S. 59—62.
39. Vortrag zu den Lichtbildern der Deutschen Kolonialgesellschaft über die Karolinen, Palaus und Marianen. Als Manuskript gedruckt von der Deutschen Kolonialgesellschaft, Berlin W 9, 1904.
40. Über eine neue Basellacee, *Basella paniculata* Volkens. — ENGLERs Bot. Jahrb. XXXVIII. 1905, S. 80—82.
41. Übersicht über die wichtigsten Kautschuksorten des Handels und die sie erzeugenden Pflanzen. — Verh. 2. Deutsch. Kolonialkongreß 1905, S. 44—56.
42. Die Orchideen des Kilimandscharo. — ORCHIS, Monatsschr. der Deutsch. Gesellschaft für Orchideenkunde. Nr. 2. 1966, S. 11—12.
43. Die Botanische Zentralstelle für die Kolonien, ihre Zwecke und Ziele. — Jahresbericht der Vereinigung f. angewandte Botanik V. 1907, S. 1 bis 18.
44. Die Nutzpflanzen Togos[1]. — Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem. Appendix XXII. Nr. 1, 2, 3. 1909—1910, S. 1—119.
45. Die Nutzhölzer unserer Kolonien. — Koloniale Rundschau 1909, Heft 3, S. 163—170.
46. Die Geschichte des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg, 1859 bis 1909, S. (1)—(86).
47. Die land- und forstwirtschaftlichen Versuchsstationen der deutschen Kolonien (zusammen mit A. ENGLER). Congrès Intern. d'Agronomie Coloniale et Tropicale de Bruxelles. 20. bis 23. Mai 1910. 16 S.
48. Die Entwickelung des auf wissenschaftlicher Grundlage ruhenden landwirtschaftlichen Versuchswesens in den Kolonien. — Verh. 3. Deutsch. Kolonialkongreß. 1910, S. 60—70.
49. Laubfall und Lauberneuerung in den Tropen. Berlin, Gebr. BORNTRÄGER, 1912. — Vergl. auch Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg. L. 1908, S. 69.
50. Verzeichnis der von Hauptmann FROMM in Deutsch-Ostafrika gesammelten Pflanzen. — Mitteil. aus den deutsch. Schutzgeb. XXV. 1912, S. 235—238.
51. Zu welcher Jahreszeit sollen Mangrovebäume zwecks Gewinnung der Gerbrinde geschält werden? — Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem V. 1913, S. 279—282.
52. Compositae; in Berichtigungen zu den von R. MUSCHLER in ENGL. Bot. Jahrb. XLIII. (1909), XLVI. (1911), XLIX. (1913) und L. Suppl (1914) veröffentlichten Diagnosen afrikanischer Pflanzen. — ENGLERs Bot. Jahrb. LIII. 1915, S. 367—368, 373—375.

1) Pflanzennamen der Ewe-Sprache nach VOLKENS Zusammenstellungen finden sich in dem Werke: WESTERMANN, Wörterbuch der Ewe-Sprache, Anhang I. — H. Harms.



Otto Müller.

Otto Müller.

Von

G. KARSTEN.

(Mit Bildnistafel.)

„GEORG FERDINAND OTTO MÜLLER wurde am 28. Mai 1837 in Berlin als Sohn des Verlagsbuchhändlers G. W. F. MÜLLER geboren. Er besuchte das Friedrich-Werdersche Gymnasium, später das Friedrich Real-Gymnasium. Bereits als Schüler zeigte er lebhafte Neigung zu den Naturwissenschaften, Chemie und Physik und fand in Professor WUNSCHMANN einen verständnisvollen Lehrer.

1855 folgte er dem Wunsche seines Vaters und widmete sich der buchhändlerischen Laufbahn.

In den Jahren 1859 und 1860 besuchte er Vorlesungen an der Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin. Hier gehörten u. a. HIRSCH, MÜLLENHOF, GOSCHE, MITSCHERLICH, DOVE, G. MAGNUS, ALEXANDER BRAUN und vor allem DU BOIS REYMOND zu seinen Lehrern. Bei SCHACHT und HANSTEIN wurde er im Gebrauch des Mikroskopes unterwiesen.

1863 übernahm OTTO MÜLLER den naturwissenschaftlichen Teil des väterlichen Verlages, 1873 den gesamten Verlag, den er seinerseits im Jahre 1901 an VELHAGEN und KLASING in Bielefeld verkaufte.

38 Jahre hindurch hat OTTO MÜLLFR mit unermüdlichem Fleiß und einem nicht gewöhnlichen Erfolge als Kaufmann den Verlag seines Vaters nicht nur weiter geleitet, sondern auch ausgebaut und zur Blüte gebracht, obwohl ihm die Tätigkeit als Geschäftsmann von früher Jugend an eigentlich nicht lag und ihm nie die volle Befriedigung gewähren konnte. Diese suchte und fand er zielbewußt neben seiner geschäftlichen Tätigkeit. Nur die Liebe zur Wissenschaft in ihrer reinsten Form, nur der Drang des Forschers beseelte ihn und gab ihm Kraft, viele Jahre hindurch in langer Nächte Arbeit, Erfolge zu erringen, die allseitig von der wissenschaftlichen Welt offen und gern anerkannt wurden und ihm einen Namen schufen, obwohl OTTO MÜLLER nicht zur Zunft gehörte, sondern Außenseiter war. Mit Zähigkeit hielt er an dem einmal als richtig erkannten fest und verteidigte seine Meinung ohne Ansehen der Stellung und des Rufes seines wissenschaftlichen Gegners. Ihn selbst zeichnete äußerste Bescheidenheit aus. Nach

äußeren Ehren, die ihm reichlich zuteil wurden, hat er nie gestrebt, der wissenschaftliche Erfolg und die innere Befriedigung darüber gingen ihm über alles.

1861 trat OTTO MÜLLER der Gesellschaft Naturforschender Freunde bei und dadurch in nähere Beziehungen zu EHRENBERG, ALEXANDER BRAUN und REICHERT.

1881 nahm ihn der Botanische Verein der Provinz Brandenburg als Mitglied auf.

1882 wurde er in die Deutsche Botanische Gesellschaft aufgenommen, deren Vorstand er als Schatzmeister viele Jahre hindurch angehörte.

1894 ernannte ihn die Kaiserlich Leopoldinisch-Karolinische Deutsche Akademie der Naturforscher zu ihrem korrespondierenden Mitgliede.

1897 fand seine wissenschaftliche Tätigkeit die höchste Anerkennung in der Verleihung der Würde eines Ehrendoktors durch die philosophische Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin.

1901 bat der Fischerei-Verein der Provinz Brandenburg ihn in seine Mitgliederliste aufnehmen zu dürfen.

1907 verlieh ihm der Herr Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten den Professor-Titel.

Die große Zahl seiner wissenschaftlichen Arbeiten, deren letzte noch im Jahre 1909 veröffentlicht wurde, beweist OTTO MÜLLERs Liebe zur Wissenschaft und seinen unermüdlichen Fleiß, beides Eigenschaften, die es ihm vergönnten, noch weit über das biblische Alter hinaus forschend und schaffend tätig zu sein."

Diesen Lebenslauf des um unsere Botanische Gesellschaft hochverdienten langjährigen Schatzmeisters nach dem von seinem Sohne entworfenen Bilde wollte ich voranstellen und beschränke mich nun auf eine Würdigung der wissenschaftlichen Verdienste des Verstorbenen.

Alle Arbeiten von OTTO MÜLLER sind durch eine minutiöse Genauigkeit und scharfe Beobachtung der kleinsten, zunächst vielleicht geringfügig erscheinenden Einzelheiten der schwierigen Objekte, wie die Diatomeen sie darstellen, ausgezeichnet. Wenn wir eine Einteilung der zahlreichen Arbeiten vornehmen, so bilden überaus sorgfältige Untersuchungen des Baues der Zellen, ihrer Schalen, Gürtelbänder, und etwaiger Anhangsbildungen stets die Grundlage, auf der die Folgerungen für die ganze Biologie der Diatomeen aufgebaut werden. So sind vor allem auch die grund-

legenden Arbeiten über Ortsbewegung und ihre Mechanik nur auf diesem sicheren Grunde ruhend möglich gewesen. Dabei beherrschte O. MÜLLER die für die Deutung des mikroskopischen Bildes in Betracht kommenden physikalischen Gesetze vollkommen, wie sich u. a. besonders bei den unter dem Namen Kammern und Poren der Diatomeen-Zellwand zusammengefaßten Arbeiten zeigt. Eingestreut sind außerdem floristische Bearbeitungen, besonders tropischer Gebiete, die eine Fülle neuer und eigenartiger Formen ergaben; dabei sind mit besonderer Vorliebe Arten der Gattung *Melosira* auch für allgemeinere Schlüsse herangezogen worden.

In den Untersuchungen über den Schalenbau hat O. MÜLLER eine besondere Methode ausgearbeitet, welche er als „Überflutungsversuche" bezeichnet. Er gibt dazu an: „Diese Versuche bezwecken eine vergleichende Untersuchung der Schalen zuerst in Luft und darauf in Medien, deren Brechungsvermögen das der Membransubstanz so viel möglich übertrifft. Hierbei ist das Augenmerk ebensowohl auf die Gestaltung der Brechungsverhältnisse vor und nach der Überflutung gerichtet, als auch die Art der Verbreitung des Mediums über die Schalenoberfläche im Augenblicke der Überflutung." Solche Versuche ergaben nun eine absolute Umkehrung des optischen Bildes, da, wo Hohlräume in den Schalen von dem stärker brechenden Medium erfüllt worden waren, an Stelle der vorherigen durch das minderbrechende Medium bedingten zerstreuenden Wirkung, jetzt reelle Bilder erzeugt werden mußten. Außerdem erfolgte aus der Füllung der Hohlräume das Vorhandensein von Eingangswegen, aus der Zeitdauer des Eindringens und der Verbreitung innerhalb der Schalen näheres über die Weite und die Zusammenhänge resp. Trennung der einzelnen vom dichteren Medium erfüllten Hohlräume. So konnte von O. MÜLLER z. B. der Schalenbau von *Triceratium Favus* (4)[1]) folgendermaßen erklärt werden: Die Zellwand besteht „aus einer, den Zellraum begrenzenden zarten Membran, dem ein System relativ hoher Netzleisten aufgesetzt ist, welche polygonale, 5-, 6- und 7-seitige Räume umschließen. An den nach außen gerichteten freien Kanten dieser Netzleisten, verlaufen parallel der Richtung der Membranfläche, schmale membranöse Krempen, welche in der Flächenansicht das Bild eines weiten Maschenwerkes mit kreisrunden Öffnungen gewähren. Die innere Fläche der Membran ist mit porenartigen Figuren bedeckt, während auf der äußeren Fläche des Maschenwerkes, an den Confluenzstellen der polygonalen Figuren, solide

1) Die beigesetzten Zahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis (4).

Knöpfe hervorragen.. In unmittelbarer Nähe der, übrigens von einem Kanal durchsetzten, Ohren, verschmilzt die Membran unter Fortfall der Netzleisten.“ Diese Darstellung zeigt, wie gut die Überflutungsversuche Licht über den verwickelten Bau der Zellwände zu verbreiten geeignet sind, was O. MÜLEER insbesondere noch in kritischen Bemerkungen zu Einwänden von J. H. L. FLÖGEL (14) zeigte. So gelang es den Bau der Wandung bei *Pleurosigmen*, *Epithemien*, *Grammatophora*, *Synedra*, *Terpsinoë* und anderen interessanten Gattungen zu analysieren, deren Hohlräume meist nicht nur eine sondern zwei Öffnungen besitzen dürften.

Neben dem Bau der Schalen klärte eine Arbeit O. MÜLLERs die Entstehung und den Bau der Zwischenbänder und Septen (15), wie sie bei *Grammatophora*, *Licmophora*, *Rhabdonema* und vielen anderen Gattungen vorkommen, auf. Hier werden auch die aus offenen schuppenartigen Zwischenbändern zum weitaus größeren Teil bestehenden Rhizosolenien bereits analysiert, wenn auch die feinere Struktur der Schuppenzeichnung nicht erkannt werden konnte.

Von besonderer Bedeutung ist die fein durchdachte Arbeit „über Achsen-, Orientierungs- und Symmetrie-Ebenen bei den Bacillariaceen“ (21), deren klare und völlig eindeutige Bezeichnungen leider nicht die allgemeine Anwendung gefunden haben, die sie verdienen, da ein Erfassen der ganzen Umrißformen und Orientierung nach den verschiedenen Ebenen nicht von allen Algologen für notwendig gehalten zu sein scheint.

Die genaue Kenntnis der Schalenstrukturen bildete nun die Grundlage für O. MÜLLER, um die vielumstrittene Frage der Ortsbewegung in einer Reihe von Arbeiten zu lösen (16. 19. 20. 25. 26. 27. 27a. 29.). Zunächst bringt die erste der genannten Arbeiten die genaue Analyse der komplizierten Raphe bei den größeren *Pinnularia*formen, d. h. jener die Schalen aller Naviculaceen der Länge nach durchziehenden Mittellinie. Er weist nach, daß die Raphe im Schalenquerschnitt einer sehr engen, geknickten Spalte entspricht, die entweder als einheitliche gebrochene Fläche auftritt oder in der Mitte durch Wandbildung in zwei der Länge nach verlaufende Kanälchen zerlegt wird. Diese Kanälchen münden nun einmal im betreffenden Endknoten, wo der obere und untere Kanal unter schraubigem Verlaufe den Knoten durchsetzen und in einander einmünden, andererseits in den Mittelknoten, wo eine Verbindung der zum rechten, wie zum linken Endknoten sich hinziehenden Kanälchen stattfindet. Die Raphe ist mit Zellplasma gefüllt, das einerseits dem umgebenden Medium, andererseits dem Innenplasma

der Zelle angrenzt und bei der außerordentlichen Enge der Spalte resp. der beiden Kanälchen, zudem dem gewundenen und geknickten Verlaufe der Wanddurchbrechungen, hinreichenden Reibungswiderstand erfährt, um nicht durch den auf 4—5 Atmosphären zu berechnenden Innendruck aus der Zelle hinausgepreßt zu werden. Entsprechend den in der Zelle herrschenden Plasmaströmungen, strömt nun auch das Raphenplasma, vom Mittelknoten ausgehend etwa durch den oberen Kanal zum linken Endknoten, durch den *unteren Kanal zurück und zum anderen Endknoten usw.* Durch diese bald nach der einen, bald nach der andern Seite verlaufende Strömung, die in der nach außen offen liegenden Raphe an dem ruhenden umgebenden Wasser einen Reibungswiderstand findet, wird die bald vorwärts, bald rückwärts erfolgende Ortsbewegung der Zelle verständlich. O. MÜLLER faßt das Resultat dieser ersten Arbeit so zusammen: „Die Ortsbewegung ist nach meiner Auffassung die Wirkung der an der Oberfläche zur Geltung kommenden motorischen Kräfte des aus der Raphe hervortretenden Protoplasmas und ihre Richtung ist die Resultante dieser Kräfte."

Im lebhaften Widerstreit zu den von BÜTSCHLI, LAUTERBOEN und HAUPTFLEISCH erhobenen Einwände werden diese einer nach dem anderen widerlegt, Es ergibt sich dabei die Erkenntnis der von der komplizierten „Pinnularien-Raphe" durch einfacheren Bau wesentlich abweichenden „Kanalraphe", wie O. MÜLLER die schon vorher von LAUTERBORN für *Surirella* beschriebene, auf den Kanten verlaufende Wanddurchbrechung nennt, und ihr Vorkommen wird für alle *Nitzschieen, Surirella, Cymatopleura, Campylodiscus* und viele andere Formen festgestellt. Ebenso weist MÜLLER stets wieder auf die wichtige Tatsache hin, daß die Zellen sich ebenso gut in der der Raphe entbehrenden Gürtellage, wie in Schalenlage bewegen, daß es also nicht ein Kriechen, sondern ein freies Schwimmen der Zellen sei, obschon ev. das Gleiten an Schlammpartikeln nicht verschmäht zu werden braucht.

Endlich geht O. MÜLLER zu der genaueren Darstellung der Mechanik der Ortsbewegung über. Er weist nach, daß die halbe Schraubenwindung der oberen und der unteren Schale jedes Zellendes in den Endknoten sich zu einer ganzen Schraubenwindung ergänzen, vermöge der diagonalen Symmetrie der Zelle, daß also in der Pinnularien-Raphe eine der Schiffsschraube ähnliche Propeller-Einrichtung vorliegt, wobei freilich nicht die Schraube selbst sich dreht, sondern das in Schraubenwindung durch die Endknotenkanäle eingezwängte Plasma an dem ruhenden Wasser reibend die motorische Kraft liefert. Unter Einsetzung der durch Beobach-

tungen gewonnenen Zahlen für die zur Berechnung der von den Zellen zu leistenden Bewegungsarbeit notwendigen Faktoren: Oberfläche, kubischer Inhalt, spezifisches Gewicht und Geschwindigkeit in der Sekunde, sowie des Reibungswiderstandes untergetauchter Zellen kommt O. MÜLLER zu Resultaten, die er aus dem zahlenmäßigen in Worte übertragen folgendermaßen zusammenfaßt:

„1. Die Raphe vermittelt die Leitung lebender Plasmaströme auf die äußeren Schalenflächen.
2. Anderweitige Plasmaorgane außerhalb der Zellwand sind nicht nachweisbar.
3. Die Raphe der Naviculeen, insbesondere der Pinnularien, ist eine Propeller-Einrichtung, die den Plasmastrom tordiert und in Schraubenlinien zu fließen zwingt.
4. Die diagonale Symmetrie der Pinnularien ist eine mechanische Anpassung.
5. An der Raphe ausschließlich kommen die motorischen Kräfte zur Wirkung; sie verrichten dort stets und vorzugsweise Arbeit gegen die Reibung, mitunter auch gegen die Schwerkraft.
6. Die Plasmaströme haben die Ortsbewegung des Zellkörpers zurfolge, wenn sie eine Geschwindigkeit überschreiten, welche mindestens das 1,5fache der dem Zellkörper mitzuteilenden Geschwindigkeit beträgt.
7. Die Oberfläche des Zellkörpers und die Reibungsflächen der Plasmabänder verhalten sich zueinander, wie die Länge zur Geschwindigkeit.
8. Zur Fortbewegung genügt ein flüssiges Medium; der Zellkörper bedarf keines festen Substrates und keiner sogenannten Bewegungslage.
9. Auf ein festes Substrat ist der Zellkörper nur insoweit angewiesen, als eine senkrecht zur Apikalachse gerichtete Kraft mangelt und die motorische Kraft nicht ausreicht, um den Widerstand der Schwerkraft neben dem der Reibung zu überwinden.
10. Der in Tusche-Emulsion erscheinende Körnchen-Faden ist weder ein Gallert- noch ein Plasma-Faden, sondern ein Körnchenstreifen.
11. Die Gallertbildungen stehen in keiner Beziehung zur Ortsbewegung.“

Nachdem dann LAUTERBORN, ohne es besonders hervorzuheben, sich zu den Grundzügen der O. MÜLLERschen Bewegungstheorie, die er als eigene ausgibt, einverstanden erklärt hatte, was

MÜLLER in seiner letzten Arbeit zu dem Thema ausdrücklich feststellt, darf diese Theorie als den Tatsachen voll entsprechend angesehen werden, und man wird wohl nicht fehlgehen in der Annahme, daß die glückliche Lösung der Ortsbewegungsfrage bei den Diatomeen die wesentliche Ursache war, welche die Philosophische Fakultät der Universität Berlin zu der im gleichen Jahre 1897 erfolgten Verleihung des Ehrendoktordiplomes veranlaßt hat.

Die weiteren Arbeiten O. MÜLLERs über Kammern und Poren in der Diatomeenzellwand (30. 32. 34. 35.) beziehen sich durchw e auf zentrische, der Bewegungsfähigkeit entbehrende Formen, w die Kammern und Poren Durchbrechungen resp. dünne Stellen der Membran darstellen, welche zur Erleichterung oder Ermöglichung eines Stoffaustausches der eingeschlossenen Plasmakörper mit dem umgebenden Medium dienen. Neben Gallertporen, die u. a. die Ausscheidung der eine Zellbefestigung ermöglichenden Gallertstiele besorgen, oder Einzelzellen zu Zellketten zusammenfügen, konnte O. MÜLLER für *Melosira*, Plasmaverbindungen zwischen den einzelnen Fadenzellen und für *Stephanopyxis*, *Sceletonema* u. a. nachweisen, daß die mehr oder minder langen „Kieselstäbchen“, die die einzelnen Zellen zu Reihen verbinden, hohle, von Plasma belebte „Kieselröhrchen“ darstellen, daß demnach das von mir bewiesene, von SCHÜTT in Abrede gestellte Nachwachsen der *Sceletonema*röhrchen zur Regulierung der Schwebfähigkeit dieser Planktonform zu Recht bestehe.

Von Wichtigkeit für das Wachstumsgesetz der Diatomeen sind schließlich noch die Arbeiten (11 u. 12) über das Gesetz der Zellteilungsfolge von *Melosira*, wo der Nachweis geführt wird, daß die durch die Wachstums- und Teilungsweise der Diatomeen notwendig von Generation zu Generation eintretende Zellverkleinerung dadurch zu einer minder schnellen gemacht wird, daß die bei der n-ten Zweiteilung entstehende größere Zelle sich stets bereits in der n + 1ten Teilungsperiode weiter teilt, während die bei derselben Teilung entstehende kleinere Zelle erst bei der n + 2ten Teilung geteilt wird. Dadurch muß, wie leicht zu ersehen ist, eine allzu schnelle Herabminderung der Zellgröße erheblich hintangehalten werden. Dasselbe Teilungsgesetz dürfte auch bei anderen Diatomeen herrschen, z. B. wurde MÜLLER durch ein Verhalten von *Terpsinoë* auf Abweichungen von der einfachen steten Zweiteilung, die man sonst voraussetzen durfte, aufmerksam. Freilich ist nur bei in Reihen zusammenbleibenden Formen die Giltigkeit des Gesetzes zu erweisen. —

Nur einige der wichtigsten Ergebnisse der unermüdlichen Forschertätigkeit O. MÜLLERs konnten hier in großen Umrissen

angedeutet werden. Er hat sich in seinen Arbeiten ein bleibendes Denkmal in der Geschichte der Diatomeenkunde gesetzt, wie alle die ihn kannten, seiner liebenswürdigen, bescheidenen und stets hilfsbereiten Persönlichkeit ein dankbares Andenken bewahren werden.

Halle, August 1917.

Verzeichnis der Arbeiten O. Müllers,
von ihm selbst zusammengestellt.

1. Über die Skulptur von *Pleurosigma angulatum* W. Sm. Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. Januar 1870.
2. FRITSCH, G. und OTTO MÜLLER. Die Skulptur und die feineren Strukturverhältnisse der Diatomaceen. Mit 12 Tafeln. Berlin 1870.
3. Untersuchungen, betreffend den Bau der Zellwand von *Triceratium Favus* Ehr. und der Pleurosigmen. Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde zu Berlin. Oktober 1871.
4. Über den feineren Bau der Zellwand der Bacillariaceen, insbesondere des *Triceratium Favus* Ehr. und der Pleurosigmen. Mit einer Doppeltafel REICHERTs und DU BOIS-REYMONDs Archiv für Anatomie und Physiologie. Heft 5 und 6, 1871.
5. Über den Bau der Zellwand der Bacillariengattung *Epithemia* Kütz. Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde. Oktober 1872.
6. Vergleichende Untersuchungen neuerer Mikroskop-Objektive, Abdruck aus der Festschrift zur Feier des hundertjährigen Bestehens der Ges. naturforsch. Freunde. Mit 1 Tafel. Berlin. 1873.
7. Über den Bau der Zellwand in der Bacillariengattung *Grammatophora* Ehr. Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde. Dezember 1874.
8. Über pelagische Formen von Bacillariaceen aus dem südlichen Eismeere. Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde. Februar 1877.
9. Fernere Mitteilungen über pelagische Formen von Bacillariaceen aus dem südlichen Eismeere und über den Bau der Zellwand von *Synedra tabulata* var. *thalassotrix* (*S. thalassotrix* Cleve). Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde. Mai 1877.
10. Über den anatomischen Bau der Bacillariengattung *Terpsinoë* Ehr. Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde. Januar 1881.
11. Das Gesetz der Zellteilungsfolge von *Melosira* (*Orthosira*) *arenaria* Moore. Mit einer Tafel. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Band I, Heft 1. 1883.
12. Die Zellhaut und das Gesetz der Zellteilungsfolge von *Melosira arenaria* Moore. Mit fünf Tafeln. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Band XIV, Heft 2. 1883.
13. Die Chromatophoren mariner Bacillariaceen aus den Gattungen *Pleurosigma* und *Nitzschia*. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. I, Heft 9. 1883.
14. Bemerkungen zu dem Aufsatze Dr. J. H. L. FLÖGELs, Researches on the Structure of Cell-walls of Diatoms. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. II, Heft 10. 1884.

15. *Die Zwischenbänder und Septen der Bacillariaceen.* Mit einer Tafel. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. IV, Heft 7. 1886.

16. Durchbrechungen der Zellwand in ihren Beziehungen zur Ortsbewegung der Bacillariaceen. Mit einer Tafel. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. VII. Heft 4. 1889.

17. Auxosporen von *Terpsinoë musica* Ehr. Mit einer Tafel. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. VII, Heft 4. 1889.

18. Bacillariaceen aus Java. I. Mit einer Tafel. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. VIII, Heft 9. 1890.

19. Die Ortsbewegung der Bacillariaceen betreffend. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. XI, Heft 10. 1893.

20. Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. II. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. XII, Heft 5. 1894.

21. Über Achsen, Orientierungs- und Symmetrieebenen bei den Bacillariaceen. Mit einer Tafel. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. XIII, Heft 5. 1895.

22. Diatomeae, Bacillariaceen aus Ostafrika. ENGLER, Ostafrika. Bd. V. Pflanzenwelt C. 1895.

23. *Rhopalodia*, ein neues Genus der Bacillariaceen. Mit zwei Tafeln. ENGLERS Botanische Jahrbücher. Bd. XXII. 1895.

24. Die Bacillariaceen im Plankton des Müggelsees bei Berlin. Aus der Biologischen Station des Deutschen Fischerei-Vereins am Müggelsee. Zeitschrift für Fischerei. Heft 6. 1895.

25. Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. *III.* Mit zwei Tafeln. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XIV, Heft 1. 1896.

26. Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. IV. Mechanik der Ortsbewegung. Mit zwei Tafeln. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. XIV, Heft 8. 1896.

27. Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. V. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. XV, Heft 1. 1897.

27a. Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. Biologisches Centralblatt. Bd. XVII, Nr. 8. 1897.

28. Bacillariales aus den Hochseen des Riesengebirges. Mit einer Tafel. Forschungsberichte aus der Biologischen Station zu Plön. Teil VI, 1898.

29. Bemerkungen zu einem nach meinen Angaben angefertigten Modell einer *Pinnularia.* Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. XVI, Heft 8. 1898.

30. Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen. Mit 2 Tafeln. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. XVI, Heft 10. 1898.

31. Bacillariaceen aus den Natrontälern von El Kab (Oberägypten). Mit drei Tafeln. Hedwigia. Bd. XXXVIII. 1899.

32. Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen. II. Zentrifugales Dickenwachstum und extramembranöses Plasma. Mit zwei Tafeln. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. XVII, Heft 10. 1899.

33. Referat über G. KARSTENS, Diatomeen der Kieler Bucht. Hedwigia. Bd. XXXIX. 1900.

34. Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen. III. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. XVIII, Heft 10. 1900.

35. Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen. IV. Mit einer Tafel. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. XIX, Heft 8. 1901.

36. Sprungweise Mutation bei Melosireen. Mit einer Tafel, Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. Bd. XXI, Heft 6. 1903.
37. Bacillariaceen aus dem Nyassalande und einigen benachbarten Gebieten. Erste Folge: Surirelloideae — Surirelleae. Mit zwei Tafeln. ENGLERs Botanische Jahrbücher. Bd. XXXIV, Heft 1. 1903.
38. Bacillariaceen aus dem Nyassalande. Zweite Folge: Discoideae — Coscinodisceae. Discoideae — Eupodisceae. Mit zwei Tafeln. ENGLERs Botanische Jahrbücher. Bd. XXXIV, Heft 2. 1904.
39. Bacillariaceen aus dem Nyassalande. Dritte Folge: Naviculoideae — Naviculeae — Gomphoneminae – Gomphocymbellinae — Cymbellinae. Nitzschioideae — Nitzschieae. Pflanzengeographische Übersichten. Mit zwei Tafeln. ENGLERs Botanische Jahrbücher. Bd. XXXVI. Heft 1 und 2. 1905.
40. Pleomorphismus, Auxosporen und Dauersporen bei *Melosira*-Arten. Mit zwei Tafeln. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Bd. XLIII, Heft 1, 1906.
41. Bacillariaceen aus Süd-Patagonien. Material der Expedition von NORDENSKIÖLD und BORGE. In Vorbereitung.

Photographische Gesichtsfeldbilder nach Präparaten von J. D. MÖLLER in Wedel.

Betrachtungen über geistiges Leben und Buchhandel in Belgien. Manuskript 1862.
Gibt es buchhändlerische Fachwissenschaften? Börsenblatt für den Deutschen Buchhandel. 1864, Nr. 23.
Das optische Verhalten von Fraktur und Antiqua. Börsenbl. f. d. Deutsch. Buchh. 1878, Nr. 1 und 5.
Memorandum, betreffend die Einführung einheitlicher Unterrichtsbücher in den Gemeindeschulen Berlins. Börsenbl. f. d. Deutsch. Buchh.
Die neue Rechtschreibung und der Buchhandel. Börsenbl. f. d. Deutsch. Buchh. 1880.
HERMANN KAISER. Nekrolog. Börsenbl. f. d. Deutsch. Buchh. 1882.

Richard Braungart.

Von

FR. DETTWEILER.

Der Name RICHARD BRAUNGART, kgl. bayer. Professor der Landwirtschaft, früher in Weihenstephan-Freising, ist der größeren Öffentlichkeit erst im Jahre 1912 bekannt geworden, aber sein Werk, das Werk seines Lebens, dessen erster Band damals erschien, bietet die sichere Gewähr, daß dieser Name für alle Zeiten einen guten Klang in der Geschichte germanischer Kultur behalten wird. Dieser erste Band führt den Titel: „Die Urheimat der Landwirtschaft aller indogermanischer Völker an der Geschichte der Kulturpflanzen und Ackerbaugeräte in Mittel- und Nordeuropa nachgewiesen." Mit 266 Abbildungen u. 1 Tafel. Verlag C. WINTER, Heidelberg.

Diesem ersten folgte der zweite Band: „Die Südgermanen, die Bojer, Vindelizier, Räter, Noriker, Taurisker etc. waren nach all ihren landwirtschaftlichen Geräten und Einrichtungen keine Kelten, sondern Urgermanen. Höchst wahrscheinlich das Stammvolk aller Germanen." Mit 334 Abbildungen und 9 Tafeln.

Ein dritter Band, der die Nordgermanen und ihre besondere Kultur behandelt, wurde von dem Verfasser noch vor seinem Tode fertig gestellt, soll aber nach einer brieflichen Mitteilung der Verlagsbuchhandlung erst nach erfolgter Umarbeitung durch Ed. HAHN erscheinen[1]).

---

[1]) Ältere Arbeiten sind:

1. Naturwissenschaftliche Reisebilder. Oberetschtal und Meran. Landw. Jahrbuch, Berlin 1874. P. PAREY.
2. Die Ackergeräte in ihren praktischen Beziehungen wie nach ihrer urgeschichtlichen u. ethnographischen Bedeutung. Heidelberg 1881. C. WINTER.
3. Geschichtliches über den Hopfen. Wochenschrift f. Brauerei, Berlin 1891.
4. Der Hopfen aller hopfenbauenden Länder der Erde als Braumaterial. München 1901. R. OLDENBURG.
5. Die Hufeisenfunde in Deutschland u. die Geschichte des Hufeisens. Landw. Jahrbuch. Berlin 1898. P. PAREY.

Wer war RICHARD BRAUNGART und wie kam gerade er dazu sich einer so gewaltigen Aufgabe zu unterziehen, wie sie die Schreibung einer Geschichte der germanischen Kultur darstellt? Im Vorwort des ersten Bandes gibt uns der Verfasser Antwort auf diese Frage.

BRAUNGART ist geborener Bayer, kam als junger Mensch nach beendetem Studium als Kultur-Ingenieur nach Böhmen, scheint dort den besonderen Wert des Deutschtums unter den eigenartigen Verhältnissen des Landes kennen und schätzen gelernt zu haben und wurde 1865 als Dozent an die landwirtschaftliche Akademie Weihenstephan bei Freising berufen, wo er bis kurz vor seinem Tode wirkte. Zunächst beschränkte sich sein Lehrauftrag auf Wirtschaftsführung, bald danach kam das landwirtschaftl. Geräte- und Maschinenwesen hinzu. Am 1. Januar 1869 wurde er zum Professor der Bodenkunde, allgemeiner und spezieller Pflanzenproduktionslehre und des landw. Geräte- und Maschinenwesens ernannt.

Bei seiner Übersiedelung nach Weihenstephan fand BRAUNGART in der Nähe, auf der Münchener Hochebene umfangreiche Spuren der sogen. Hochäcker vor, die heute schon zum größten Teil verschwunden sind. Ueber ihren Ursprung gingen die Ansichten auseinander. Die meisten Schriftsteller führten sie auf Römer zurück, andere auf Kelten, vereinzelt nur wurden schüchtern die Germanen als die *Schöpfer genannt.* BRAUNGART nahm Interesse an der Frage, glaubte, daß sie endgültig nur auf Grund der Pflugtechnik zu lösen sei und begann ein gründliches Studium der Pflüge und ihrer Formen seit der Urzeit.

Irgend welche Unterlagen für dieses Studium waren nicht vorhanden. Weder die Literatur noch die öffentlichen Sammlungen

---

6. Uralter Ackerbau im Alpenlande usw. Landw. Jahrb. 1897. Berlin. P. PAREY.
7. Urgeschichtl.-ethnographische Beziehungen an alten Anspanngeräten. Archiv f. Anthropologie 1900.
8. Die letzten Spuren uralten Ackerbaus im Alpenland. Beil. Münchener Allgem. Zeitung 1902.
9. Landw. Geräte und Arbeitsvorgänge als wichtige Hilfsmittel kunstgeschichtl. Forschung. Beil. Münch. Allg. Ztg. 1908.
10. Die sogen. Imperialgerste im Tiroler Kaisergebirge. Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen. Berlin 1898.
11. Beiträge zur Kenntnis d. sogen. Imperialgerste. Zeitschrift d. landw. Ver. in Bayern 1898.

hatten sich jemals mit dieser Frage befaßt, man war an dieser wichtigen Kulturfrage achtlos vorbeigegangen, und wenn BRAUNGART nicht gesammelt hätte, was noch zu finden war, dann wäre auch dieses Material für alle Zeiten rettungslos verloren gegangen. Denn die Neuzeit hat gerade auf diesem Gebiete eine völlige Umwälzung herbeigeführt, die landw. Technik stark verändert und dem Landwirt neue, von den alten verschiedene Geräte in die Hand gegeben. Die international gerichtete Industrie fragt aber nur nach der Zweckmäßigkeit, nicht nach der Form, beseitigt die Originalität und bringt eine weitgehende Gleichmäßigkeit aller Geräte. Deshalb muß man es als einen besonderen Glücksfall begrüßen und es RICH. BRAUNGART als bleibendes Verdienst hoch anrechnen, daß er noch gerade vor Torschluß seine schon heute nicht mehr in diesem Umfange möglichen Forschungen vornehmen und sie fünf lange Jahrzehnte ohne jede Unterstützung auf eigene Kosten und mit Aufwand erheblicher Mittel durchführte, bis er in der Lage war, seine Schlußfolgerungen zu ziehen. Besuche in den verschiedenen Gegenden, Studienreisen und das beharrliche Sammeln alles zugänglichen, in der Literatur zerstreuten Materials waren notwendig. Das bedeutet eine so gründliche, zeitraubende Arbeit, wie sie unsere heutige, nach raschem Erfolg gierende Zeit überhaupt nicht mehr kennt.

BRAUNGART ist aber bei seiner Arbeit durchaus nicht einseitig geblieben, er hat sich nicht nur auf das erste Ziel beschränkt und nur die Pflugformen untersucht, sondern er hat zunächst alle landwirtschaftlichen Geräte einbezogen, dann auch die Kulturpflanzen zugezogen und schließlich die ganze indogermanische Kulturgeschichte überhaupt bearbeitet, wie es in dieser Form und in diesem Zusammenhang noch nie geschehen ist. Deshalb bieten die BRAUNGARTschen Arbeiten sehr viel mehr, wie ihr Titel verspricht. Auch wenn man sich selbst längere Zeit schon auf diesem Gebiete bewegt hat, wird man doch noch eine Menge neuer Tatsachen und noch mehr Anregung finden. Allerdings, ob BRAUNGART mit seinen Schlußfolgerungen immer das Richtige getroffen hat, ist eine Frage für sich und muß durch neue Arbeiten und Untersuchungen entschieden werden. Sein großes Verdienst bleibt deshalb unbestritten, daß er selbständig vorgegangen ist und für weitere Arbeit erst die Möglichkeit, den festen Untergrund geschaffen hat, denn an R. BRAUNGART kann kein Nachfahre vorbeigehen. Ein Totschweigen ist einfach unmöglich.

Besondere Hervorhebung verdient gerade in unserer Zeit die Betonung des Deutschtums von BRAUNGART. Er war der typische

Germane, der unbeirrt, fest möchte man sagen eigensinnig, auf sein klar erkanntes Ziel losgegangen ist, der auch den Kampf nicht scheut und im Hieb gegen den ihm offenbar wenig angenehmen Slaven die beste Verteidigung sah. Wie der Franzose GOBINEAU oder der Engländer H. St. CHAMBERLAIN im Germanen den Höhepunkt der Menschenrassen sahen, so glaubt BRAUNGART an das Deutschtum und seine hohe kulturgeschichtliche Aufgabe. Aber er glaubte nicht nur daran, sondern er bewies an der Hand feststehender Tatsachen, daß die deutschen Völker die ersten waren die eine Ackerkultur schufen und bis heute sich die Führung auf diesem Gebiete erhalten haben. Hierfür BRAUNGART dankbar zu sein und zu bleiben, ist unser aller Pflicht.

Marian Raciborski.

Von

K. GOEBEL.

ırz 1917 starb in Zakopane einer der begabtesten ı Botaniker unserer Zeit, der Professor an der Universität Krakau M. RACIBORSKI. Er wurde geboren am 16. September 1863 in Brzostawa bei Opotów[1]). Er besuchte in Krakau die Realschule, legte die Gymnasialmaturitätsprüfung ab und studierte dort an der philosophischen Fakultät. In den Jahren 1885—1892 war er als Assistent am botanischen Institut dieser Universität tätig. Im Herbst 1892 erhielt er ein Stipendium, und ging zur Fortsetzung seiner botanischen und paläontologischen Studien nach Deutschland. Er arbeitete hier in den botanischen Instituten in Breslau, Münster, Bonn, Straßburg, Tübingen und München. In München legte er im Jahre 1894 die Doktor-Prüfung ab, und war auch als Assistent tätig. Seine vortreffliche Kenntnis der mikroskopischen Technik und seine stete Hilfsbereitschaft wurde dabei von allen, die im Institut tätig waren, hoch geschätzt und dankbar anerkannt. Mein verstorbener Freund TREUB in Buitenzorg suchte einen Botaniker zur Bearbeitung der Pteridophytenflora Javas. Ich konnte ihm keinen besseren empfehlen, als RACIBORSKI. So kam dieser 1896 nach Buitenzorg, wo er in erstaunlich kurzer Zeit die ihm anvertraute Aufgabe erfolgreich erledigte. Im Juli 1897 begab er sich als Nachfolger des Prof. WENT nach Kagok bei Tegal in Central-Java auf die Untersuchungsstation für Zuckerrohr. 1898 übernahm er die Direktion der Experimentalstation für Tabakbau in den Sultanaten Central-Java's. Er genoß den Aufenthalt in den Tropen mit dem ganzen Enthusiasmus seiner frischen Persönlichkeit und machte zahlreiche Ausflüge nicht nur in Java, sondern auch nach anderen Teilen von Insulinde.

Im Juli 1900 verließ er Java, besuchte noch Penang und Ceylon und kam im Herbste dieses Jahres nach Europa, um die Professur der Botanik an der landwirtschaftlichen Akademie in Dublany bei Lemberg zu übernehmen. Im Jahre 1903 wurde er außerordentlicher, 1909 ordentlicher Professor und Direktor des

1) Die biographischen Daten verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn SIMON WIERDAK, Demonstrator des botan. Instituts in Krakau.

pflanzenphysiologischen *Instituts in Lemberg. Von dort wurde* er 1912 nach Krakau berufen, wo er ein neues botanisches Institut organisierte. Sein Tod war seinen Freunden — und zu denen gehörten wohl alle, die ihn kennen lernten — eine schmerzliche Überraschung.

Wenn man seine wissenschaftliche Tätigkeit überblickt, so fällt vor allem auf, wie mannigfaltig sie war. RACIBORSKI gehörte zu den seltenen Botanikern, die auf allen Gebieten dieser umfangreichen Disziplin zu Hause waren. Er war nicht nur ein vortrefflicher Kenner der Formen der Pflanzenwelt, und zwar sowohl der niederen als der höheren, der lebenden und der fossilen, er war auch vertraut mit den Untersuchungsmethoden der Zellenlehre und der Histiologie, der Entwicklungsgeschichte, der chemischen wie der physikalischen Physiologie. Eine glänzende Begabung und ein wunderbares Gedächtnis befähigten ihn auf allen diesen Gebieten Vorzügliches zu leisten.

Freilich bringt eine so mannigfaltige Tätigkeit und ein so umfassendes Interesse für die verschiedensten Disziplinen, gepaart mit einer hellen Freude an der Mannigfaltigkeit der Lebensformen auch eine Gefahr in sich. Man kann wohl sagen, daß ein Mann von so hervorragender und seltener Begabung, wie sie RACIBORSKI eigen war, noch Grösseres hätte vollbringen können, wenn er sich mehr auf ein bestimmtes Feld beschränkt hätte, wenn ihm also der „Begrenzungs-Faktor", der uns andere oft genug drückt und beschränkt, mehr zugeteilt gewesen wäre. So hat gerade sein umfassendes Wissen, vielleicht auch die äußere Gestaltung seines Lebenswegs, ihn wohl verhindert, noch reichere Früchte seiner wissenschaftlichen Begabung zu ernten, als sie uns jetzt vorliegen.

Von niederen Pflanzen beschäftigten ihn namentlich Myxomyceten, Algen und Pilze. Er hat eine ganze Anzahl neuer Formen von Desmidien, parasitischen und epiphytischen Pilzen namentlich in Java entdeckt und beschrieben. Seine mit POIRAULT in München ausgeführte Arbeit über die Zellkerne der Uredineen war wichtig für die Erkenntnis der interessanten Kernverhältnisse in dieser Gruppe. Die Untersuchung über ***Basidiobolus Ranarum*** zeigt ihn als Meister auf dem Gebiete der Pilzkultur und der experimentellen Morphologie.

Seine umfangreiche Abhandlung über die Pteridophyten Java's beweist, wie rasch er ein ihm zunächst nicht sehr nahe liegendes Problem bewältigen konnte. Er würde mit derselben Virtuosität auch irgend eine andere Pflanzengruppe, die ihn interessierte, haben bearbeiten können.

Die Abhandlungen über die Morphologie der Cabombeen und Nymphaeaceen geben nicht nur eine Menge interessanter entwicklungsgeschichtlicher Beobachtungen, sie beschäftigen sich auch mit allgemeinen Problemen.

RACIBORSKI war einer der ersten, die sich auf Grund von Beobachtungen am Vegetationspunkt gegen die von SCHWENDENER in seiner „Mechanischen Theorie der Blattstellungen“ (1878) verteidigten Anschauungen wandte. Er vertrat die Auffassung, daß „die schon angelegten Primordien Vegetationscentren darstellen, welche eine gewisse Zone des Sproßgipfels zu einer die Stoffe anziehenden Zone verwandeln“, und fand deshalb auch SCHWENDENERs spätere Annahme, daß jeder Anlage ein bestimmtes „Entwicklungsfeld“ entspreche, ungenügend. Das führte er namentlich in seiner wichtigen, aber — in unserer allen morphologischen Problemen abholden Zeit — viel zu wenig beachteten Abhandlung über Verzweigung aus, einer Frucht seiner Studien in Java. Sie enthält eine Menge schöner Beobachtungen in sehr gedrängter Darstellung, die andere zu einem dicken Buche ausgesponnen hätten, womöglich mit Ausblicken auf Vitalismus, Mechanismus und andere unlösbare Rätsel. RACIBORSKIs Darstellung aber ist stets kurz, oft fast zu kurz, und ungemein sachlich, nur gelegentlich mit etwas Polemik gemischt — namentlich gegen SCHUMANN, dessen Art zu arbeiten ihm unsympathisch war.

Auch die „*Biologischen Mitteilungen*“ aus Java bringen eine reiche Ernte von Beobachtungen. Man fühlt aus ihnen heraus, wie der Verfasser das Studium der tropischen Pflanzenwelt liebte und genoß.

Sie behandeln die vertikale Verbreitung der javanischen Fauna und der javanischen Orchideen, die Samen der Orchideen, deren Keimung, die vegetative Verbreitung des *Dendrobium mutabile*, die Bewurzelung der Vanille-Arten, lianenartige Orchideen, schleimbildende Luftwurzeln und andere Lebenserscheinungen von Orchideen, Samenverbreitung der *Andropogon*arten, Ameisenbrödchen der *Lece*-Arten und ihre Spaltöffnungsstreifen. Es sind also teils pflanzengeographische, teils „biologische“ Beobachtungen, die hier mitgeteilt werden. Namentlich interessierte ihn die so viele merkwürdige Erscheinungen darbietende Familie der Orchideen, von denen er mit großen Kosten (trotzdem er wohl nie an Geldüberfluß litt) eine große Sammlung lebender Exemplare zusammenbrachte und kultivierte. Auch später kam er noch öfters auf den Schatz seiner in Java gesammelten Beobachtungen zurück.

Gleichfalls vergleichend biologisch, aber auch viele morphologisch wichtige Tatsachen bietend, ist die noch in München entstandene Abhandlung „Über die Schutzvorrichtungen der Blütenknospen".

Eine Anzahl von weiteren in Java unternommenen Untersuchungen waren der angewandten Botanik gewidmet, namentlich Krankheiten des Zuckerrohrs, von Mais und Tabak. Sehr bekannt und neuerdings oft erwähnt ist sein Nachweis geworden, daß die Tabaksamen „Lichtkeimer" sind.

Der chemischen Physiologie gehören an die Arbeiten über Myriophyllin und Leptomin und die Beiträge zur botanischen Mikrochemie und die Untersuchung über die Assimilation des Stickstoffs durch Pilze.

Von besonderem Interesse war der Nachweis des „Leptomins" einer Substanz, die sich von den Oxydasen unterscheidet. Sie bewirkt bei Gegenwart von Wasserstoffsuperoxyd die Bläuung einer Lösung von Guajakharz (durch Übertragung des Sauerstoffes an die Gujakonsäure). RACIBORSKI untersuchte die Verbreitung dieser „Peroxydase" die sich im „Leptom" des Leitbündel, in Lenticellen, Pneumathoden, im Aerenchym und den „Durchlaßzellen" findet und vermutet, daß sie eine dem Hämoglobin der höheren und dem Hämocyanin der niederen Tiere analoge Rolle habe „und zwar als ein mit Sauerstoff beladenes Vehikel die innere Atmung, also Austausch des Sauerstoffs zwischen den Siebröhren, Milchröhren und andern es enthaltenden Zellen einerseits und dem umliegenden Gewebe andererseits zu unterhalten" (1898).

Auf die Ergebnisse der eingehenden Untersuchung über die Stickstoffassimilation der Pilze möchte ich hier nicht näher eingehen. Sie behandelt die Frage nach der Assimilation der Nitrite, der Wirkung von Hydroxylamin und Hydrazinsalzen, ergibt, daß die Eiweißstoffe vor der Assimilation bis zu Ammoniak abgebaut werden, und untersucht das Schicksal der bei der Desamidierung der aliphatischen oder der aromatischen Aminosäuren entstehenden stickstofflosen Verbindungen speziell der „primären Oxalate". — In das Gebiet der physikalischen Physiologie gehört die Untersuchung über die obere Grenze des osmotischen Druckes der lebenden Zelle (1905), welche von Versuchen berichtet, in denen *Aspergillus glaucus* und *Torula* sp. in gesättigter Kochsalzlösung [osmot. Druck etwa 375 Atm.], teilweise sogar in gesättigter Chlorlithiumlösung wuchsen, und die Abhandlung „Über das Schrittwachstum in den Zellen."

Die merkwürdigen und sehr wichtigen Beobachtungen über das Wachstum von *Basidiobolus*, welche RACIBORSKI in der letzt-

genannten Abhandlung mitteilt, sind, soweit mir bekannt, bis jetzt wenig beachtet worden. Er fand, daß das Protoplasma beim Wachstum immer weiter von der Basis der Zelle nach vorne gleitet, bei rascher Bewegung schrittweise neue Querwände am basalen Ende der Zellen bildend. Bei diesem „Schrittwachstum" unterschied er zwei Phasen des Plasmas, Expansion und Kontraktion, Diastole und Systole der Zelle. Erstere ist mit dem Streckungswachstum identisch, die Systole mit Wasseraustritt aus der basalen Vakuole der Zelle verbunden. Es zeigte sich weiter, daß die Polarität der Zelle eine Folge der Bewegungsrichtung des Protoplasmas, aber labil ist. Auch sonst ist die Abhandlung reich an originellen, in sehr gedrängter Darstellung mitgeteilten Beobachtungen, die weiterer Verfolgung und Verwertung harren.

Außerdem war die Phytopaläontologie ein Forschungsgebiet, auf welchem RACIBORSKI besonders ausgedehnte Kenntnisse besaß; auch hat er es durch eine Anzahl von Veröffentlichungen bereichert. Ebenso verdankt ihm die Pflanzengeographie seiner Heimat wertvolle Förderung.

Das Angeführte wird genügen, um die wissenschaftliche Tätigkeit RACIBORSKIs wenigstens in groben Umrissen zu kennzeichnen.

Es bleibt noch übrig, etwas über seine Persönlichkeit zu sagen. Daß er mit begeisterter Liebe an der Wissenschaft hing, geht wohl schon aus seinem ganzen Lebensgange hervor. Sonst war er ein höchst liebenswürdiger, an das Leben nur bescheidene Ansprüche stellender Mensch von sprühendem Temperament und heiterer Gemütsverfassung. Noch glaube ich sein helles Lachen durch das Institut schallen zu hören, und sehe ihn mit einer großen Botanisierkapsel und der nie fehlenden Zigarre ausgerüstet auf einer unserer Wanderungen in den bayerischen Bergen. Daß eine so lebendige Natur mit so reichen Kenntnissen und Fähigkeiten auch ein begeisternder akademischer Lehrer sein mußte, ist fast selbstverständlich. Es sind denn auch eine ganze Anzahl von Arbeiten aus seiner Schule hervorgegangen. Als ich ihn im Jahre 1908 zum letztenmale sah, fand ich ihn sehr gealtert, vielleicht war damals schon seine Gesundheit erschüttert. Er klagte aber nicht, und alle seine Freunde waren von seinem viel zu frühen Tode schmerzlich überrascht. Wir haben mit ihm nicht nur einen Fachgenossen von seltener Begabung und erstaunlich umfangreichen Kenntnissen, sondern auch einen von den Menschen verloren, denen auf dem Lebensweg begegnet zu sein man mit ungetrübter Freude und Dankbarkeit empfindet.

Verzeichnis der Veröffentlichungen M. Raciborskis.

Zusammengestellt von S. WIERDAK.

Systematik, Floristik und Pflanzengeographie.

1. Śluzowce (Myxomycetes) Krakowa i jego okolicy. Berichte der physiographischen Kom. der Krakauer Akad. d. Wissensch. 1884. Bd. XVIII. S. 1—11.
2. Przyczynek do znajomości śluzowców; myxomycetum agri cracoviensis genera species et varietates novae (mit 1 Tafel). Ber. d. Krakauer Akad. d. Wissenschaften. Bd. XII. 1884. S. 17.
3. Roślinne pasorzyty karpi (Saprolegnieae); mit einem deutsch verfaßten Resumé (mit 1 Taf.). Berichte der Krakauer Akad. d. Wissenschaften. Bd. XIV. 1885. S. 20.
4. Myxomyceten der Tatra. Hedwigia 1885. S. 168—170.
5. Materyały do flory grzybów polskich. Rdze (Uredineae). Ber. d. physiogr. Kom. d. Krak. Akad. d. Wissensch. Bd. XXI. 1886. S. 16.
6. Bemerkungen über einige in den letzten Jahren beschriebene Myxomyceten. Hedwigia 1887. H. 8. S. 1—8
7. Über einige neue Myxomyceten Polens. Hedwigia 1889. S. 115—124.
8. *Pythium Dictyosporum*, nieznany pasorzyt skrętnicy (mit 1 Taf.). Ber. d. Krakauer Akad. d. Wissensch. Bd. XXIV. 1892. S. 9. Dasselbe deutsch: Anzeiger d. Ak. d. Wiss. in Krakau S. 284—287.
9. Über einige Pilze aus Südrußland. Hedwigia 1891. H. 5. S. 243—245.
10. Über die javanischen Schleimpilze. Hedwigia Bd. XXXVII. 1898. S. 50—55.
11. Parasitische Algen und Pilze Java's. Batavia 1900. S. 183. 3 Hefte.
12. Über die javanischen Hypocreaceae (Scolecesporae). Bull. Acad. Cracoviae 1907. S. 901—911.
13. *Bactridium*. Kosmos Lwów 1897.
14. Über einige javanische Uredineae. Bull. Acad. Cracovie 1909.
15. *Parasitische und epiphytische Pilze Java's. Bull. Acad. Cracovie 1909.*
16. Mycotheca polonica I. Teil. Kosmos 1909.
17. *Mycotheca polonica II. und III. Teil. Kosmos 1910.*
18. Desmidje okolic Krakowa (mit 1 Taf.). Ber. d. physiogr. Kom. d Akad. d. Wissensch. in Krakau. Bd. XIX. 1884. S. 24.
19. De nonnullis Desmidiaceis novis vel minus cognitis, quae in Polonia inventae sunt (cum tabulis V.). S 1—43. Denkschriften d. Krakauer Akad. d. Wissensch X. Bd. 1885.
20. *Materyały do flory glonów Polski. T. XXII. Ber. d. physiogr. Kom. d.* Krakauer Akad. d. Wiss. 1888. S. 41.
21. Su alcune desmidiacee Lituane. Notarisia commentarium phycologicum, Gennaio 1889. S. 7.
22. Desmidye nowe (mit 8 Taf.). 1889. S. 41. VII. Bd. Denkschr. d. Krakauer Akad. d. Wissensch.
23. Desmidya zebrane przez Dra Ciastonia w podróży naokoło ziemi. (VI. u. VII. Taf.). Ber. d. Krak. Akad. d. Wissensch. Bd. XXII. 1892. S. 362 bis 392.
24. Nowe gatunki ziebenic. B. EICHLER und M. RACIBORSKI. Ber. d. Krak. Akad. d. Wiss. Bd. XXVII. 1893. S. 117—126. 3 Taf.
25. Desmidienflora des Tapakoomasees. Taf. III. u. IV. Flora 1895. Ergbd. 81. Bd. H. 1. S. 30—35.

26. Przegląd gatunków rodzaju *Pediastrum*. Ber. d. Krak. Akad d. Wiss. Bd. XX. Kraków 1889.
27. Phycotheca polonica I. Teil. Kosmos 1910.
28. Phycotheca polonica II. Teil. Kosmos 1910.
29. Phycotheca polonica III. Teil. Kosmos 1911.
30. Przyczynek do znajomości wątrobowców (Hepaticae) południowo-zachodniej Polski. Ber. d. physiogr. Kom. d. Krak. Akad. d. Wissensch. Bd. XXII. 1887. S. 6.
31. Die Pteridophyten der Flora von Buitenzorg. Leiden 1898. S. 256.
32. Die Farne von Tegal. (2 Tafeln.) Nat. Tijdschrift voor Ned. Indie. Dl. LIX.
33. Über die Farngattung *Allantodia* Wall. Bull. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie 1905. S. 346—349. Dasselbe polnisch.
34. Über einige unbekannte Farne des malayischen Archipels. Extr. du Bull. de l'Acad. d. Sc. d. Cracovie 1902. S. 54—65.
35. Przyczynek do flory roślin naczyniowych wadowickiego i myślenickiego obwodu. Ber. der physiogr. Kom. der Krak. Akad. d. Wissenschaften. Bd. XVII. 1882. S. 5.
36. Zmiany zaszte we florze okolic Krakowa wciągu ostatnich lat 25 pod względem roślin dziko rosnących. Ber. d. phys. Kom. d. Ak. d. Wiss. in Krakau. Bd. XVIII. 1888. S. 80.
37. Zapiski florystyczne. Ber. d. physiogr. Kom. d. Krak. Akad. d. Wiss. 1885. Bd. XIX. S. 14; II. Teil Bd. XXII. 1888. S. 15.
38. De generis galii formis quae in Polonia inventae sunt. Ber. d. Krak. Akad. d. Wiss. Bd. XIV. 1885. S. 10.
39. Rośliny zebrane przez A. J. ŚLENDZIŃSKIEGO, oznaczone przez M. RACIBORSKIEGO. Ber. d. physiogr. Kom. d. Krak. Akad. d. Wissensch. Bd. XX. 1885. S. 44.
40. *Caltha palustris* w Polsce. Ber. d. physiogr. Kom. d. Krak. Akad. d. Wissensch. Bd. XXII. 1887. S. 6.
41. Klony polskie. Ber. d. physiogr. Kom d. Akad. d. Wiss. Bd. XXIII. 1888. S. 6.
42. Conspectus juncacearum Poloniae. Ber. d. physiogr. Kom. d. Krak. Akad. d. Wiss. Bd. XXIII. 1888. S. 82.
43. Kilka słów o modrzewin w Polsce. Kosmos 1890. S. 10.
44. *Pseudogardneria*, nowy rodzaj z rodziny Loganiaceae, mit 8 Zeichnungen im Text. Ber. d. Krakauer Akad. d. Wissensch. 1896. Bd. XXXII. S. 9. Dasselbe deutsch: Anzeig. d. Akad. d. Wiss. in Krakau 1896. S. 205—208.
45. Rośliny polskie (Plantae polonicae) Nr. 1—400. Kosmos 1910.
46. Rośliny polskie (Flora polonica exsiccata) Nr. 401—800. Kosmos 1911.
47. Rośliny polskie (Flora polonica exsiccata; Nr. 801—900; Flora Tatrorum). Kosmos 1911.
48. *Azalea pontica* im Sandomierer Wald und ihre Parasiten. Bull. Acad. Cracovie 1909.
49. Roślinność wód stojących okolicy Lwowa; (Wasservegetation der Umgebung von Lemberg). Kosmos 1910.
50. Ochrony godne drzewa i zbiorowiska roślin. (Bemerkungswerte und schutzbedürftige Bäume und Pflanzenvereine). Kosmos 1910.
51. Osośnie. (*Pinus silvestris* in Polen.) Mit 1 Taf. Kosmos 1911.

52. Drobiazgi florystyczne (Floristische Notizen). Kosmos 1911.
53. Dzieje rozwoju roślinności Polski. Polnische Enzyklopedie 1912.
54. Statystyka flory polskiej. Polnische Enzyklop. 1912.
55. Rozmieszczenie i granice drzew oraz ważniejszych krzewów i roślin na ziemiach polskich. Polnische Enzyklop. 1912.
56. Mapa geobotaniczna ziem polskich. Polnische Enzyklop. 1912.
57. Die Pflanzenwelt Galiziens; Separat-Abdruck aus dem Führer durch Galizien.
58. Über die sog. pontischen Pflanzen der polnischen Flora. Bull. Acad. Cracovie 1916.

Paläobotanik.

59. Peliš niepołamicki. Ber. d. physiogr. Kom. d. Krak. Akad. d. Wiss. Bd. XX. 1886. S. 3.
60. Oobecnym stanie mych badań flory kopalnej ogniotrwałych glinek krakowskich. Ber. d. physiogr. Kom. d. Krak. Akad. d. Wiss. Bd. XXIII. 1889. S. 12.
61. „Flora retycka w Tatrach" (Über eine fossile Flora in der hohen Tatra). Ber. d. Krak. Akad. d. Wissensch. 1890. Bd. XXI. S. 18. Dasselbe deutsch; Anz. d. Akad. d. Wissensch. in Krakau 1890.
62. Permokarbońska flora karniowickiego wapienia (mit 3 Taf.). Berichte der Krak. Akad. d. Wiss. Bd. XXIII. 1891. S. 42. Dasselbe deutsch: „Über die Permo-Carbon Flora des Karniowicer Kalkes." Anz. d. Akad. d. Wiss. 1890.
63. „Flora retycka północnego stoku gór Świętokrzyskich". Ber. d. Krak. Akad. d. Wiss. 1891. Bd. XXIII. S. 35. Dasselbe deutsch: „Über die rhätische Flora am Nordabhange des polnischen Mittelgebirges". Anz. d. Ak. d. Wiss. in Krakau 1891.
64. Przyczynek do flory retyckiej Polski (mit 1 Taf.). Ber. d. Krak. Akad. d. Wissensch. Bd. XXII. 1892. S. 1892. Dasselbe deutsch: „Beiträge zur Kenntnis der rhätischen Flora Polens" (mit 2 Taf.). Anz. d. Akad. d. Wiss. in Krakau 1891.
65. Zapiski paleobotaniczne. Kosmos 1892. S. 8.
66. Über das Rothliegende der Krakauer Gegend. K. k. Geologische Reichsanstalt 1891. Nr. 13. Verh. S. 4.
67. Cycadoidea Niedźwiedzkii nov. spec. (mit 2 Taf.). Ber. d. Krak. Akad. d. Wissensch. Bd. XXVI. 1893. S. 10. Dasselbe deutsch; Anzeig. d. Akad. d. Wiss. in Krakau 1892.
68. Flora kopalna krakowskich glin ogniotrwałych. I. Teil. Archegoniatae Taf. VI—XXVII. Sonderabdruck d. Denkschr. d. Akad. d. Wissensch. Bd. XVIII. 1894. S. 100.
69. Flore fossile des argiles plastiques dans les environs de Cracovie. I Filicinées, Equisetacées. Extr. du Bull. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie 1890.
70. Über die Osmundaceen und Schizaeaceen d. Juraformation, ENGLERS Botanische Jahrb. XIII. Bd. I. H. Mit 1 Taf. 1890. S. 9.
71. Über *Palaeohepatica Roemeri* Kaz. Sitzungsberichte der schles. Gesellsch für Vaterl. Cultur 1892.
72. Roślinność kuli ziemskiej w wiekach minionych. (Vortrag.) Wszechświat 1903. S. 16.

73. Über eine fossile *Pangium*art aus dem Miozän Java's. Bull. Acad. Cracovie 1909.
74. *Rhizodendron* w opoce lwowskiej (*Rhizodendron* in den senonen Mergeln der Umgebung von Lemberg). Kosmos 1909.

Morphologie.

75. Odmiana teratologiczna *Lamium album*. Ber. d. Krak. Akad. d. Wissensch. Bd. XVII. 1886. S. 19.
76. Przyczynek do morfologii jądra komórkowego nasion kiełkujących (mit 1 Taf.). Ber. d. Krak. Akad. d. Wissensch. 1893. S. 11. Dasselbe deutsch: „Zur Morphologie des Zellkerns der keimenden Samen". Anz. d. Akad. d. Wissensch. in Krakau 1893.
77. Chromatofilia jąder worka zalążkowego. Ber. d. Krak. Akad. d. Wiss. Bd. XXVI. 1893. S. 20. Dasselbe deutsch: „Über die Chromatophilie der Embryosackkerne". Anz d. Ak. d. Wiss. 1893.
78. Über die Inhaltskörper der Myriophyllumtrichome. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1893. Bd. XI. S. 348—351.
79. Elajoplasty liliowatych (1 Taf.). 1894. Ber. d. Krak. Ak. d. Wissensch. Bd. XXVII. S. 21. Dasselbe deutsch: „Über die Entwickelungsgeschichte der Elaioplasten bei Liliaceen". Anz. d. Ak. d. Wiss. Krakau 1893.
80 Die Morphologie der Cabombeen und Nymphaeaceen. Flora 1894. H. 3. S. 37.
81. Beiträge zur Kenntnis der Cabombeen und Nymphaeaceen. Flora 1894. Ergbd. S. 92—108. Mit 1 Taf.
82. Die Schutzvorrichtungen der Blütenknospen. Flora 1895. Ergbd., 81 Bd. H. 1, S. 151—194.
83. Sur les noyaux des Uredinees par G. POIRAULT et M. RACIBORSKI. Extr. du Journal de Botanique. S. 22. Mit 1 Taf.
84. Les phénomènes de karyokinése dans les Uredinées par M. M. G. POIRAULT et M. RACIBORSKI. 1895. Comptes rendus des seances de l'Ac. des Sciences. Paris. S. 3.
85. Über konjugate Kerne und die konjugate Kernteilung von G. POIRAULT in Paris und M. RACIBORSKI in München.
86. Studya Mykologiezne (mit 1 Taf. u. 19 Fig.). Ber. d. Krak. Akad. d. Wissensch. 1896. Dasselbe deutsch: „Mykologische Studien". Anz. d. Akad. d. Wissensch. Krakau 1896.
87. Über die Vorläuferspitze. Flora 1900. Bd. 87. S. 25.
88. Über die Verzweigung, mit 31 Abbildungen. 1900. Ann. d. Jardin Botanique de Buitenzorg. 2. Ser. Vol. II. S. 1—67.
89. Über die epiphyllen Blüten der Gabelgerste *Hordeum trifurcatum*. Extr. du Bull. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie 1902. S. 48—48.
90. Über die vegetative Vermehrung der Marattiacee *Angiopteris erecta*. Bull. Acad. Cracovie 1902. S. 48—51.
91. *Coreopsis tinctoria* var. *prolifica*: Eine unzweckmäßige Mutation. Festschrift für WIESNER. Wien 1907. S. 417—420.

Phytopathologie.

92. Einige observaties over de zoogenaarn de Dongkellanziekte. Mededeelingen van het Proefstation voor Suikerriet in West-Java. 1897. S. 5.

93. Lijer, eine gefährliche Mais-Krankheit. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1897. Bd. XII. S. 475—478.
94. *Voorloopige mededeelingen omtrent eenige rietziekten.* 1898. Archief voor de Java. Suikerindustrie S. 5.
95. Over de Dongkellanziekte S. 5.
96. Over serehachtige ziekteverschijnseln. S. 6. Overgedrukt uit het Archief voor de Java. Suikerindustrie 1898. afl. 22.
97. Over het afsterven van jonge rietplanten, veroorzaakt door eene gistort S. 481—485.
98. Over het voorkommen van en Schizophyllumschimmel op suikerriet. S. 486—488.
99. *Trametes pusilla* op suikerriet. S. 489—490. Over ziek Tergenriet S. 491—493.
100. Over den groet van riet op zonthoudenden grond. S. 493—495. Archief voor de Java Suikerindustrie 1898.
101. Über das Absterben der Djowarbäume *Cassia siamea* auf Java. Forstlich-naturwiss. Zeitschr. 1898. 3. H. S. 101—102.
102. Pflanzenpathologisches aus Java. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten. VIII. Bd. 2 H. S. 2. II. T. 4 H. S. 6.
103. Einige bestandeelen van het suikerriet Archief voor de Java. Suikerindustrie 1898. Afl. 6. S. 6.
104. Onderzoekingen over tabak in de vorstenlanden voor M. RACIBORSKI. 1898—1899. en HJ. JENSEN 1900—1904. Batavia 1905.
105. *Choroby tytonia w Galicyi.* Lwów 1902. S. 25.

Pflanzenphysiologie.

106. O rzekomem przystosowaniu się liści do uderzeń gradu i kropli deszczu Ber. d. Krak. Akad. d. Wissensch. Bd. XVII. 1887. S. 27.
107. Über den Einfluß äußerer Bedingungen auf die Wachstumsweise des *Basidiobolus ranarum.* Flora 1896. 82. Bd. H. II. S. 107—132. Mit 11 Fig.
108. Ein Inhaltskörper des Leptoms. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1898. Bd. XVI. H. 3. S. 52—63.
109. Weitere Mitteilungen über das Leptomin. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1898. Bd. XVI. S. 119—122.
110. Einige Demonstrationsversuche mit Leptomin. Flora 1898. 85 Bd. 4 H. S. 361—367.
111. Biologische Mitteilungen aus Java. Flora 1898. 85 Bd. 4 H. S. 325—361
112. Morphogenetische Versuche. Flora 1900. 87 Bd. 1 H. S. 25—37.
113. Über myrmekophile Pflanzen. Flora 1900. 87 Bd. 1 H. S. 38—45.
114. Über die Keimung der Tabaksamen. Extr. du Bull. de l'Institut Bot. de Buitenzorg. Nr. VI. S. 10. Dasselbe holländisch.
115. Über chemische Reaktion der Wurzeloberfläche. Bull. Acad. Cracovie 1902. S. 51—55. Oxydierende und reduzierende Eigenschaften der lebenden Zelle.
116. Abt. I. Über die oxydierende Fähigkeit der Resorptionsfläche der Wurzel der Blütenpflanzen. S. 338—346.
117. Abt. II. Über die extrazellulare Oxydase. S. 668—693.
118. Abt. III. Über die Jodidreaktion des *Aspergillus niger.* Bull. Acad. Cracovie 1905.

119. Einige Chemomorphosen des *Aspergillus niger*. Bull. Acad. Cracovie 1906. S. 764—778.
120. Energetyka w biologii. Vortrag. Wszechświat 1908. S. 20.
121. *Próba określenia górnej granicy ciśnienia osmotycznego umożliwiającego* życie. Ber. d. Krak. Akad. d. Wiss. 1905. Bd. XLV. S. 16. Dasselbe deutsch: Bull. Acad. Cracovie 1905.
122. Über die Assimilation der Stickstoffverbindungen durch Pilze. Bull. Acad. Cracovie 1906. S. 733—770.
123. Über Schrittwachstum der Zelle. Bull. Acad. Cracovie 1907. S. 898—936.
124. Über die Hemmung des Bewegungswachstums bei *Basidiobolus ranarum*. Bull. Acad. Cracoviens 1908.
125. Reakcye szczątków roślinnych ze Staruni. Kosmos 1910.
126. Über die Zweigrichtung des Muskatnußbaumes. Annales du Jardin de botanique de Buitenzorg. Leiden 1909.
127. Mikrochemia fytolu. (Michrochemie des Phytols.) Kosmos 1913.

T. F. Hanausek.

Von
H. PABISCH, Wien.

(Mit Bildnistafel.)

Am 4. Februar 1918 verschied in Wien an einer Lungenentzündung einer der hervorragendsten Vertreter der angewandten Botanik und technischen Mikroskopie in Österreich Regierungsrat Gymnasialdirektor Prof. Dr. T. F. HANAUSEK. Durch seinen Heimgang erleidet die Wissenschaft einen schweren Verlust, indem sich der Verblichene durch mehr als 40 Jahre auf dem Gebiete der angewandten Botanik und Drogenkunde betätigte und besonders die Mikroskopie technisch wichtiger Rohstoffe, wie der vegetabilischen Nahrungs- und Genußmittel förderte.

THOMAS FRANZ HANAUSEK wurde am 26. September 1852 als Sohn des Bezirksamtsadjunkten EDUARD HANAUSEK auf Schloß Weitwörth bei Oberndorf in Salzburg geboren. Er besuchte zuerst das Piaristengymnasium zu Budweis und später das Staatsgymnasium zu Salzburg, wo er 1872 die Maturitätsprüfung ablegte. Seine Vorliebe für die Botanik wurde zunächst durch seinen Vater angeregt und später durch seine Lehrer P. EISELT (Budweis) und Dr. V. PERNHOFFER (Salzburg), wie durch den bekannten Floristen der Ostalpen Dr. ANTON SAUTER genährt. An der Wiener Universität betrieb er vorwiegend naturwissenschaftliche Studien, wo ihn besonders die Vorlesungen von J. V. WIESNER, BÖHM, REICHARDT, FENZL, SCHMARDA und SUESS fesselten und er im pflanzenphysiologischen Institute bei J. V. WIESNER und im zootomischen Institute bei BRÜHL arbeitete. Im Jahre 1879 legte HANAUSEK die Lehramtsprüfung für Naturgeschichte, Mathematik und Physik an Mittelschulen ab und wurde 1881 auf Grund seiner Dissertation „Über die Harzgänge in den Zapfenschuppen einiger Coniferen“ zum Doktor der Philosophie promoviert. Seine erste Anstellung erhielt HANAUSEK als Professor der Naturgeschichte und Warenkunde an der n.-ö. Landesoberreal- und Handelsschule in Krems a. Donau, richtete dort ein warenkundliches Laboratorium ein und verfaßte die Lehrpläne für den warenkundlichen Unterricht und das Praktikum an der Handelsschule. Im Jahre 1885

Dr. J. F. Heinauck

erhielt er eine Lehrstelle an der k. k. Schottenfelder Staatsrealschule in Wien, VII. und hielt gleichzeitig Vorlesungen über allgemeine Warenkunde und technische Mikroskopie am Abiturientenkurse der *Wiener Handelsakademie* ab. Von 1897—1899 *wirkte* er auch als Inspektor an der damals neugegründeten k. k. Untersuchungsanstalt für Lebensmittel in Wien, diente dann als Professor der Naturwissenschaften am k. k. Gymnasium in Wien III. und wurde im Jahre 1902 zum Gymnasialdirektor in Krems a. D. ernannt, wo er bis zu seiner, im Jahre 1910, unter Verleihung des Titels eines Regierungsrates erfolgten Pensionierung verblieb. Seinen Ruhestand verlebte er *in Wien, sich ganz* der Wissenschaft widmend. Seit dem Jahre 1898 war HANAUSEK als Dozent für technische Rohstofflehre und Warenkunde am k. k. technologischen Gewerbemuseum und als Leiter des mikroskopischen Praktikums an dem dort angegliederten Speziallehrkurs für Papierindustrie tätig. Er war Mitglied der k. k. Prüfungskommission für Handelsakademien, der k. k. Kommission zur Herausgabe des Codex alimentarius austriacus und gehörte seit 1909 als fachtechnisches Mitglied dem k. k. Patentamte an. Er war ferner ordentliches Mitglied der Deutschen botanischen Gesellschaft und der Deutschen pharmazeutischen Gesellschaft in Berlin, der k. k. zoolog.-botan. Gesellschaft in Wien, korrespondierendes Mitglied des allgemeinen österreichischen Apothekervereines, der österreichischen pharmazeutischen Gesellschaft und der k. k. Gartenbau-Gesellschaft und beteiligte sich an den meisten wissenschaftlichen Kongressen. Seine überreiche und fruchtbringende Betätigung verschaffte ihm bald einen europäischen Ruf. Er stand mit den meisten hervorragenden Botanikern und Pharmakognosten der Welt in reger Verbindung, pflegte aber auch die Beziehungen zu den Praktikern eifrig, wie aus seinen Arbeiten zu ersehen ist. HANAUSEK war ein fleißiger Sammler und hatte ein großes Herbarium und eine reichhaltige Rohstoffsammlung, die nach dessen Tode in den Besitz des Prof. J. WEESE (Wien) überging.

HANAUSEK war eine sympathische Persönlichkeit und wegen seines geraden Wesens, seiner Liebenswürdigkeit, Herzensgüte und Hilfsbereitschaft sehr beliebt. Er entfaltete auch als Schulmann eine höchst ersprießliche Tätigkeit und war immer ein warmer Freund der Jugend. Obwohl eigentlich im Mittelschullehramte, zuletzt als Gymnasialdirektor tätig, hatte HANAUSEK seine ganze freie Zeit der Botanik, speziell der mikroskopischen Forschung gewidmet, deren Ergebnisse er in mehr als 150 Arbeiten in den verschiedensten Fachzeitschriften veröffentlichte und bei mehreren

enzyklopädischen Werken mitarbeitete. Auch in den Berichten der Deutschen botanischen Gesellschaft, deren Mitglied der Verstorbene seit der Gründung war, finden sich mehrere Abhandlungen abgedruckt. Er verfolgte aufmerksam alle Neuerscheinungen auf dem Gesamtgebiete der Botanik und den verwandten Disziplinen und schrieb zahllose Referate.

Seine wissenschaftliche Tätigkeit bewegte sich auf dem Gebiete der angewandten Pflanzenanatomie, der Mikroskopie und Mikrochemie der Drogen, der technisch wichtigen Rohstoffe des Pflanzenreiches und der Nahrungs- und Genußmittel. Die ersten Arbeiten lieferten Beiträge zur systematischen Botanik und Teratologie, zur Anatomie der Frucht von *Myrospermum frutescens* und deren Balsambehälter, der Harz- und Ölräume der Pfefferfrucht, der *Tahiti*nuß und der Entwicklungsgeschichte der Frucht und des Samens von *Coffea arabica.* Andere Lieblingsthemata waren die Kaffee- und Teesurrogate, die Gewürze und ihre Verfälschungen, deren scharfe Charakterisierung er wesentlich förderte. In den kommenden Jahren entstanden seine zusammenfassenden und reich illustrierten Artikel über Drogen, Fasern, Gerbstoffe, Gewürze, Genußmittel, Nutzhölzer in MOELLER-THOMS Realenzyklopädie der gesamten Pharmazie (1. und 2. Auflage), in Dr. DAMMERS Lexikon der Verfälschungen, in LUEGERs Lexikon der gesamten Technik und im Handwörterbuche der Naturwissenschaften, sowie die Kapitel „Früchte" und „Samen" für J. V. WIESNERs Rohstoffe des Pflanzenreiches, deren Schlußredaktion der 3. Auflage ihm übertragen wurde und welche von der vielseitigen Sachkenntnis und reichen Erfahrung des Verfassers Zeugnis geben.

Besondere Aufmerksamkeit wendete HANAUSEK der Mikroskopie der Fasern und durch die Kriegszeit veranlaßt, den einheimischen Ersatzfaserstoffen zu; wirkte er doch durch 20 Jahre als Konsulent an der Versuchsanstalt für chemisches Gewerbe und der Papierprüfung und führte während dieser Zeit über 1000 Untersuchungen und Gutachten durch, zu deren Lösung oft umfangreiche Studien und Vorarbeiten notwendig waren, ja nicht selten erst neue Methoden gefunden werden mußten. Als Frucht dieser Betätigung erschienen zahlreiche Publikationen über Fasern, Papierrohstoffe und textile Erzeugnisse, über die Abstammung der Para-Piassave, sowie seine „technisch-mikroskopischen Untersuchungen" und sein vortreffliches Lehrbuch der technischen Mikroskopie (Stuttgart 1901), welches von Dr. A. Winton (The microscopy of the technical products, New-York 1907) in englischer Sprache übersetzt wurde.

Hervorragenden Anteil nahm HANAUSEK bei der Herausgabe des Codex alimentarius austriacus (Wien 1911—1917), zu welchem Werke er die Kapitel „Mehle und andere Mahlprodukte der Getreidearten und Hülsenfrüchte", „Stärke", „frisches Gemüse", „eßbare Pilze", „Obst und Südfrüchte", „Gewürze", „Maté", „Hopfen", „Kau- und Schnupftabak" verfaßte.

Von anderen, im Buchhandel erschienenen Werken seien erwähnt: Die Nahrungs- und Genußmittel aus dem Pflanzenreiche (Kassel 1884), Lehrbuch der Materialienkunde auf naturgeschichtlicher Grundlage (Wien 1891), die 2. Auflage von SCHLÖSSINGs Handbuch der allgemeinen Warenkunde (Stuttgart 1890), die 2. Auflage von P. WEIDINGERS Warenlexikon der chemischen Industrie und der Pharmazie (unter Mitwirkung von MOELLER, THOMS und THÜMMEL) (Leipzig 1890—1891) und ein Lehrbuch der Somatologie und Hygiene (Wien 1914).

Viele Jahre beschäftigte sich HANAUSEK mit der Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Inklusen von *Phoenix dactylifera, Pistacia lentiscus* und den *Rhamnus-*, *Sorbus-* und *Mespilus*arten und besonders mit den Phytomelanen und lenkte durch seine umfassenden Untersuchungen die Aufmerksamkeit auf jene eigenartige, bisher wenig beachtete, kohlenstoffreiche Substanz, die sich im Perikarp oder im Hüll- und Spreublatt vieler Kompositen vorfindet und über das Vorkommen und die Verbreitung, die Entwicklungsgeschichte und Bedeutung derselben er mehrere größere Abhandlungen publizierte.

HANAUSEKs wissenschaftliche Arbeiten zeichnen sich durch strenge Gründlichkeit und absolute Zuverlässigkeit, peinliche Sorgfalt in der Beobachtung und Zeichnung, klare Darstellungsweise und die Vielseitigkeit der Gesichtspunkte aus.

Durch die langjährige, eingehende und gewissenhafte Beschäftigung mit der Mikroskopie vegetabilischer Rohstoffe und Lebensmittel hatte HANAUSEK manche wertvolle Beiträge zur Struktur der betreffenden Objekte und speziell zur Diagnose für die Feststellung der Identität derselben im gepulverten Zustande geliefert, die sowohl der Theorie, als auch der Praxis zu gute kamen.

Mit HANAUSEK scheidet eine seltene Gelehrtengestalt, einer der eifrigsten und namhaftesten Vertreter der angewandten Botanik, Warenkunde und technischen Mikroskopie in Österreich. Ehre seinem Andenken!

Wien, zu Ostern 1918.

Verzeichnis der Originalarbeiten des Reg.-Rates Dr. T. F. Hanausek.

1876. Die Gerbematerialien Venezuelas (nebst Anatomie von *Cortex Rhizophorae*). Zeitschr. d. allg. österr. Ap.-Ver. Wien f. 378.

Paramanharz. ibd. 526.

1877. *Goma de Tuna*. ibd. 113.

Chimo (Tabaksextrakt). ibd. 156.

Apeiba-Öl. ibd. 174.

Secua-Öl (*Nhamdiroba*). ibd. 280.

Boldo-Öl. ibd. 310.

Pepa de Cola (Colanuß). ibd. 329.

Frutta de Burro (*Xylopia longifolia*) ibd. 351.

Bemerkungen über die Verbreitung der Geruchsstoffe im Pflanzenreiche. ibd. 491.

1878. *Caoba*-Frucht (*Swietenia Mahagoni*). ibd. 22.

Quinchonchos (*Cajanus indicus*). ibd. 161.

Zur Anatomie der Frucht vom *Myrospermum frutescens* Jacqu. und deren Balsambehälter. ibd. Nr. 22 u. 23.

1879. *Algarobillo* (*Balsamocarpum brevifolium*). ibd. Nr. 16.

Über die Harzgänge in den Zapfenschuppen einiger Coniferen. (Jahresbericht d. n.-ö. Landes-Oberreal- und Handelsschule Krems a. d. D. Schuljahre 1879 und 1880.) (Dissertation.)

Zur Biologie des *Exoascus Pruni*. Zeitschr. d. allg. öst. Ap.-Ver. Nr. 20.

1880. *Folia Boldo*. ibd. Nr. 10 u. 21.

Die *Tahiti*nuß. ibd. fol. 360.

Eine Bildungsabweichung von Zea Mais. Österr. bot. Zeitschr. Nr. 11.

1881. Über den Samen von *Copaifera Jacquini* Desf. Zeitschr. d. all. öst. Ap.-Ver. fol. 332, 342.

Verfälschung der *Species amaricantes*. ibd. fol. 530.

Über die Frucht von *Euchlaena luxurians*. Österr. bot. Zeitschr. Nr. 6.

ANTON SAUTER. (Eine biographische Skizze.) Bot. Centr. VI. Bd. Nr. 17.

Dithiorella Mahagoni Thümen nov. spec. Zeitschr. d. allg. öst. Ap.-Ver. Nr. 24.

1882. Über die Frucht der Ölpalme. ibd. Nr. 13.

Über eine neue Ingwersorte. ibd. Nr. 22.

Die *Soja*bohne. Irmischia Nr. 7.

Zur Lage der Harzgänge. ibd. Nr. 3 u. 4.

Notiz über eine monströse Entwicklung von *Crepis biennis*. Österr. bot. Zeitschr. Nr. 9.

Über eine Vergrünung von *Sinapis arvensis* form. dasycarpa. ibd. Nr. 10.

1883. Die Knollen von *Lathyrus tuberosus*. Zeitschr. d. allg. österr. Ap.-Ver. fol. 271.

Ergebnisse einiger Leimproben. ibd. 384.

Zur mikroskop. Charakteristik des Kastanienmehles. Beilage z. Z. f. landw. Gewerbe Nr. 1.

Über den Sacca- oder Sultankaffee. Pharm. Centralhalle Nr. 31.

Über eine neue Form der *Rosa collina* Jacqu. Ber. d. d. bot. Ges. I. Bd. fol. 17

Über Blütendurchwachsungen von *Pieris hieracioides* L. ibd. fol. 425.
Über Blütendurchwachsung von *Crepis virens*. Öst. bot. Zeitsch. fol. 283.
Über eine Monstrosität der Blüte von *Campanula rotundifolia*. ibd. Nr. 9.

1884. Zur Untersuchung des Knochenmehles auf Steinnußpulver. Z. d. allg. österr. Ap.-Ver. Nr. 4.
Über das Vorkommen von Stärkemehl in der *Soja*bohne. ibd. Nr. 12.
Über die *Olivenkerne* und ihre Erkennung im Pfefferpulver. Pharm. Centr. Nr. 23.
Noch ein Wort zur Unters. des Knochenmehles auf Steinnußpulver. ibd. Nr. 28.

1885. Über die Löslichkeitsverhältnisse des Kautschuks. Zeitsch. d. allg. österr. Ap.-Ver. Nr. 31.
Besitzt die Galgantwurzel ein Korkgewebe? Pharm. Centr. Nr. 1.
Vogelbeerschnaps. ibd. Nr. 8.
Über moderne Fälschungen unserer Nahrungs- und Genußmittel. Humboldt. fol. 107.
Über die Reaktionsverhältnisse dreier Farbstoffe (Malven-, Heidelbeer- und Chicarot). (Zeitsch. f. landw. Gew. Nr. 17.)
Zur Charakteristik des *Coca*blattes. Pharm. Rundschau, New-York Nr. 16.
Die *Raphia*faser. Ber. d. d. bot. Ges. III Bd. fol. 152.
Über die Lupinensamen und ihre Verwendung als Kaffeesurrogat. Pharm. Centr. Nr. 14, 15, 22.

1886. Zum Kapitel der Verunreinigungen und Verfälschungen der Nahrungsmittel. Z. d. allg. öst. Ap.-Ver. f. 182.
Über das *Humiri*holz (bois rouge von Guyana). ibd. fol. 408—411.
Dattelkerne als Kaffeesurrogat. Chem. Ztg. Nr. 46.
Über die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale des echten Gelbholzes (*Fustik*) und des ungarischen Gelb- oder Fisetholzes. ibd. Nr. 102.
Über die Harz- und Ölräume in der Pfefferfrucht. Jahresber. der Realschule Wien VII.
Neue Rosenformen. Deutsche bot. Monatsschrift Nr. 10.
Oberirdische Kartoffelknollen. Öst. bot. Zeitschr. Nr. 11.
Pharmazeutische und technische Botanik. Just Botan. Jahresber. XIV. fol. 273—351.

1887. Über die Farbstoffkörper des Pimentsamens. Z. d. allg. öst. Ap.-Ver. fol. 253.
Über eine neue Ölpflanze, *Lallemantia iberica*. ibd. fol. 208.
Über eine unechte *Macis*, ibd. fol. 420.
Über künstlichen Pfeffer. ibd. fol. 463.
Zur mikroskopischen Untersuchung des Weizen- und Roggenmehles. ibd. fol. 143.
Teppiche und Matten aus Holz. Chem. Ztg. Nr. 6.
Über die *Matta*. Z. f. Nahrungsm. Unters. u. Hygiene Nr. 2 u. 8.
Über holländischen Eichelkaffee. ibd. Nr. 12.
Über die *Strophanthus*-Samen. Pharm. Post, Nr. 23.
Safranfälschung. Rev. intern. scient. et popul. I. 24.

1888. Cacao und dessen Präparate. Z. d. allg. öst. Ap.-Ver. Nr. 9.
Zur mikroskopischen Charakteristik der Baumwollsamenprodukte. ibd Nr. 35, 36.

Nag Kassar. Pharm. Post Nr. 19.
Über *Nag Kassar* von *Mesua ferrea*. ibd. Nr. 27.
Über eine neue Safranfälschung. Z. f. Nahrm. Unters. u. Hygiene Nr. 2, 3.
Einige Bemerkungen zur Charakteristik des tierischen Haares. Jahresb. d. Wiener Handelsakademie 1887.
Über die Samenhautepidermis der *Capsicum*-Arten. Ber. d. d. bot. Ges. VI. 329.
Über eine Bildungsabweichung von *Citrus Aurantium* Risso. Z. d. allg. öst. Ap.-Ver. Nr. 16.
Schwarzer Tellicherrypfeffer. Z. f. Nahr.-Unt. Hyg. fol. 5.

1889. Beiträge zur Kenntnis der Nahrungs- und Genußmittelfälschungen. Z. f. Nahrm.-Unters. u. Hyg. Nr. 1—6.
Über künstliche Gewürze und Genußmittel. Jahresber. der Wiener Handelsakademie 1889.
Zur Charakteristik der Maranta-Stärke. Pharm. Post Nr. 11.
Künstliche Pfefferkörner. Z. f. Nahr.-Unt. Hyg. fol. 31.
Künstliche Gewürznelken. ibd. 3. Heft.

1890. Verfälschte *Macis*. Z. f. Nahrm.-Unters. u. Hyg. Nr. 4.
Zur Nahrungs- und Genußmittelkunde ibd. Nr. 8.
Die Entwicklungsgeschichte der Frucht und des Samens von *Coffea arabica* ibd. Nr. 11, 12; 1891 Nr. 9, 10.

1891. *Macis*pulver. ibd. Nr. 6.
Einige Bemerkungen über die Kindernährmittel. ibd. Nr. 12.
Zur histochemischen Koffeinreaktion. Z. d. allg. österr. Ap.-Ver. fol. 608.

1892. Über den histologischen Bau der Haselnußschalen. Z. d. allg. österr. Ap.-Ver. Nr. 4.
Zur Struktur der Zellmembran. Ber. d. d. bot. Ges. X. 1.
Beiträge zur mikroskop. Charakteristik der *Flores Chrysanthemi*. Pharm. Post Nr. 1 und 6.
Redoul (Folia Coriariae). Pharm. Post fol. 1338.
Die Safranbestäubung. Z. f. Nahrungsm.-Unters. u. Hyg. fol. 489.
Zur Kenntnis des Vorkommens u. Nachweises der Saponin-Substanzen im Pflanzenkörper. Chem. Ztg. fol. 1295.
Über Safranfälschungen in „Kronfelds Geschichte des Safrans".

1893. Zur Anatomie der *Tahiti*nuß. Z. f. Nahrungsm.-Unters. u. Hyg. fol. 197.
Zur Charakteristik des Cayennepfeffers. Pharm. Post fol. 297.
Die Paradieskörner. Chem. Ztg fol. 1765.
Über Universalgewürze. ibd. f. 653.
Über die Fortschritte in der Untersuchung der Gewürze. ibd. fol. 814.

1894. Reis- und Buchweizenstärke. Chem. Ztg. Nr. 18.
Über einige gegenwärtig im Wiener Handel vorkommende Gewürzfälschungen. Z. f. Nahrungsm.-Unters. u. Hyg. f. 95.
Zur Mikroskopie des von der Hefe abgepreßten Roggenmehles. Z. d. allg. österr. Ap.-Ver. fol. 416.
Über die Matta. Ap.-Zeitg. (Berlin) fol. 298.
Zur Morphologie der Kaffeebohne. Arch. d. Pharm. fol. 589.
Zur Charakteristik der Japanknollen (Crosses du Japon). Forschgsber. über Lebensm. 3. Heft.

Zur Histochemie der Kakaosamen. Ap. Zeitg. (Berlin) Nr. 15.
Die Piassave-Arten. Chem. Ztg. XVIII. fol. 1419.

1895. Über symmetrische und polyembryonische Samen von *Coffea arabica*. Ber. d. d. bot. Ges. XIII. 73.
FRIEDR. AUG. FLÜCKIGER, sein Wirken und seine Bedeutung für die Wissenschaft. Pharm. Post fol. 4, 29, 53.
Entwürfe für den Codex alimentarius austriacus. Kap. III. Gemüse (mit Dr. VOGL). Z. f. Nahrungsmittel-Unters. u. Hyg. fol. 197.
Zur Mutterkornfrage, ibs. 229.

1896. Zur mikrochemischen Analyse. Pharm. Post, XXIX. Bd. fol. 395.
Über die Chips. Z. d. allg. österr. Apoth.-Ver. fol. 34.
Altes und Neues über die Stärke. ibd. Nr. 4 u. 5.

1897. Über den kaukasischen Tee, nebst Beiträgen zur vergl. Anatomie der *Vacciniumblätter*. Chem. Ztg. XXI. fol. 115.

1898. Vorläufige Mitteilung über den von VOGL in der Frucht von *Lolium temulentum* entdeckten Pilz. Ber. d. d. bot. Ges. XVI. 203.
Gegen die Verschlechterung der Gewürze. Chem. Ztg., I. fol. 975, II. (1899), fol. 476.
Schwarzer Pfeffer von Mangalore. Z. f. d. U. Nahr. u. Gen. I. fol. 135.
Zur Fälschung des Piments. ibd. fol. 245.
Neue Pfefferfälschungen. ibd. fol. 399.
Neue Kaffeefälschungen. ibd. fol. 490.

1899. Bemerkungen zu dem Aufsatze „Prosopis barba tigridis Stuckert“. Pharm. Post XXXII. 210.
Über die Harzglasur des Kaffees. Z. f. Unt. Nahr- u. Genußm. fol. 275.
Über die Untersuchung der Mehle. Österr. Chem. Ztg. 1899 Nr. 4.
Studien über neue Kaffeearten. I. Bourbon-Kaffee (Café Marron) Z. f. U. Nahr. u. Gen. II. fol. 545.

1900. Über die Griffigkeit der Mehle. Österr. Chem. Ztg. 1900, Nr. 3.

1901. Beiträge zur mikroskopischen Untersuchung der Papierfasern. Jahresber. des Staatsgymnasium, Wien III.
Neue Untersuchungen über Verbreitung und Eigenschaften der Saponinsubstanzen. Z. d. allg. öst. Ap.-Ver. fol. 312.

1902. Sigillum Salomonis. Pharm. Post XXXV. fol. 398.
Einige Bemerkungen zu R. SADEBECK „Über die südamerikanischen *Piassave*-Arten. Ber. d. d. bot. Ges. XX. 83.
Über Gummizellen der Tarihülsen. Ber. d. d. bot. Ges. XX. 77.
Zur Entwicklungsgeschichte des Perikarps von *Helianthus annuus*. ibd. 449.
Einige Bemerkungen zu den Kapiteln „Kaffee“ u. „Kaffee-Ersatzstoffe“ in den Vereinbarungen. Apoth. Ztg. (Berlin) Nr. 76.

1903. WIESNER und seine Schule. Ztschr. allg. österr. Apoth.-Ver. Nr. 52.

1904. AUGUST VON VOGL und seine Bedeutung für die Nahrungsmittelkunde. (Festschrift Hofrat Prof. Dr. VOGL v. FERNHEIM, Wien f. 136.)

1905. Technisch-mikroskopische Untersuchungen. Mitteilungen des Technolog. Gewerbe-Museums Wien.

1906. Ein Pilz als Abziehmittel. Mitteilungen des Technolog. Gewerbe Museums Wien. f. 225.

1907. Die Seifenbeeren. Pharm. Post Nr. 13.
Die Ipeknolle. Z. der allg. österr. Ap.-Ver. Nr. 10.

Die „Kohleschicht" im Perikarp der Kompositen. Sitzber. Kais. Akd. d. W. Wien. math. nat. Kl. Bd. CXVI. fol. 3.

1908. Über das Perikarp von *Humea elegans* Sm. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. XXVIa. fol. 292.

Neue Mitteilungen über die sogenannte Kohleschicht der Kompositen. WIESNER Festschrift fol. 139.

Wulfenia und die Pendulationstheorie. Österr. bot. Ztschr. 1908, Nr. 12.

Eine neue Methode zur Unterscheidung der Flachs- und Hanffaser. Z. f. Farbenindustrie 7. Heft.

1909. Ägyptisches Bilsenkraut. Pharm. Post XLII. 268.

Die Pendulations-Theorie. Wiener Zeitung Nr. 98, p. 7.

1910. Über das Bananenmehl und seine mikroskop. Untersuchung. Z. f. U. d. Nahr. u. Gen. XX. Bd. fol. 4.

Zur Kenntnis der Anatomie der Dattel und ihrer Inklusen. Pharm. Post. XLIII. fol. 1041.

Über die Perikarphöcker von *Dahlia variabilis*. Ber. d. d. bot. Ges. XXVIII. fol. 35.

Über einige besondere Papierbestandteile. Der Papierfabrikant. (Festheft 1910.)

Beiträge zur Kenntnis der Trichombildung am Perikarp der Kompositen. Österr. bot Zeitschr. Nr. 4, 5.

JULIUS V. WIESNER und sein Anteil an der Entwicklung der Naturwissenschaften in ihren Beziehungen zur Technik. Österr. Chem. Ztg. Nr. 22.

Über die Caravonicawolle. Mitteilungen d. Technol. Gewerbem.

1911. Über die „*Chips*" und ihre Verwendung als Gewürz. Arch. f. Chem. u. Mikroskopie. 1. Heft.

Mais-Studien. ibd. fol. 213 und 1914, 2. Heft.

Über die Verfälschung der Tomatenmarmelade mit gelben Rüben. ibd. 1. Heft.

Prof. W. A. TICHOMIROW. Pharm. Post XLV. fol. 535.

Untersuchungen über die kohleähnliche Masse der Kompositen (botan. Teil). Denkschr. der math. nat. Kl. der Kais. Akd. d. Wiss. Wien LXXXVII. fol. 93.

Über das Perikarp und das Perikarpsekret der Gattung *Carthamus*. Ber. d. d. bot. Ges. XXIX. f. 13.

Zur Kenntnis der Verbreitung der Phytomelane. ibd. fol. 558.

Mikroskopie einiger Papierstoffe. Der Papierfabrikant. Festhefte 1911, 1912, 1913, 1914.

Bemerkung zu dem Aufsatz von E. KRATZMANN: „Über den Bau und die vermutliche Funktion der Zwischenwanddrüsen von Rhododendron. Österr. bot. Zeitsch. Nr. 1.

Bemerkungen zu dem Aufsatz d. F. NETOLITZKY: Über das Vorkommen von Krystallsandzellen im Kaffee." Z. f. d. Unt. Nahr. u. Gen. XXI. f. 295.

1912. Die indischen Bohnen. Arch. Chem. Mikr. V. Bd. fol. 204.

Zur Mikroskopie des Schnupftabaks und seiner Beimengungen. ibd. V. Bd. fol. 66. 188.

Vergleichende Untersuchungen von Tuchsorten und über Kunstwolle. Mitteilungen k. k. Techn. Versuchsamtes I. Jg. fol. 80.

1913. Über Phytomelane. Pharm. Post fol. 987.

Verfälschter Majoran. Arch. Chem. Mikr. fol. 26.

Botanisches und Praktisches über Kaffee und seine Surrogate. (2. Auflage.) Z. d. österr. Ap.-Ver. 1913.

Über Papiergarn. Der Papierfabrikant. Nr. 17.

1914. Über ein als „Kunstpfeffer" bezeichnetes Pfeffersurrogat. Arch. Chem. u. Mikr. 2. Heft.

Zur Definition der Begriffe „Hopfen" und „Lupulin". ibd. 2. Heft.

Über das „engl. Pastetengewürz" nebst Bemerkungen über die Stärkekörner der Mutternelken. ibd. 3. Heft.

Eine Bemerkung zur Veröffentlichung von „E. DOEPMANN: Über Malzkaffee". Z. f. Unt. Nahr. u. Gen. 28. Bd., 1. Heft.

Über ein neues Vorkommen der „Inklusen" in dem Blatte von *Pistacia lentiscus* L., nebst Bemerkungen über den anatom. Bau dieses Blattes. Ber. d. d. bot. Ges. XXXII. fol. 117. Nachträgliche Ergänzungen. ibd, f. 253.

Über einen kleinasiatischen Tee. Z. f. d. Unt. Nahr. u. Gen. XXVIII. fol. 259.

1915. *Brombeerblätter als Teesurrogate.* Arch. Chem. Mikr. 3. Heft.

Zur Mikroskopie der Stärke im Mischbrot. ibd. 3. Heft.

Eine Bemerkung zu Prof. Dr. KELLERs vorläufigen Mitteilung „Beitrag zur Untersuchung von Kakao". Apoth. Ztg. (Berlin) Nr. 84.

Über die Samen von *Chenopodium album.* Z. f. Unt. d. Nahr. u. Gen. XXIX. 1. Heft.

Zur Erkennung der Zuckerrübe im Zichorienkaffee. Z. d. Allg. österr. Ap.-Ver. Nr. 26.

Einheimische Ersatzfaserstoffe. Der Textilmeister Nr. 19, fol. 148, Nr. 28, fol. 175.

Die Weidenröschenfaser. ibd. Nr. 20, fol. 151.

1916. Über den Nachweis der Kakaoschalen im Kakaopulver. Apoth. Ztg. (Berlin) Nr. 54 u. Z. f. Unt. d. Nahr. u. Gen. XXXI. Bd. fol. 265.

Teestengel als Teesurrogat. Arch. Chem. Mikr. 1., 2. Heft.

Über ein Tragantsurrogat nebst Mitteilungen über die *Nourtoak*wurzel und das Perugummi. ibd. fol. 69.

Zur Erkennung der Kakaoschalen im Kakaopulver. Arch. Chem. Mikr. fol. 131.

Zur Mikroskopie des Maniokmehles. ibd. fol. 87.

Aus der Praxis des technischen Mikroskopikers 1916. ibd. fol. 168.

Über die Abstammung der *Para-Piassave.* Ber. d. d. bot. Ges. XXXIV. fol. 247.

Technisch-mikroskopische Untersuchungen. II. Folge. Mitteilungen d. k. k. Techn. Versuchsamtes V. Jg. 1. Heft.

Die Brennesselfaser. Der Textilmeister (Beiblatt zur Allg. Textilzeitung) Nr. 1, fol. 8.

Zur Mikroskopie des Patschuliblattes. Arch. Chem. Mikr. fol. 81.

JULIUS Ritter VON WIESNER. Pharm Post, 1916.

Geschnittenes Lignum Juniperi und Laubholz. Z. d. allg. österr. Ap.-Ver. Nr. 50.

1917. Die Lupinenfaser als Jute-Ersatz. Arch. Chem. Mikr. 3. u. 4. Heft.
Über die Rotkleefaser. ibd. 3. u. 4. Heft.
Kümmelersatz oder Fälschung. ibd. fol. 197.
Aus der Praxis des technischen Mikroskopikers. ibd. fol. 23.
Über die Bastfaser des Steinklees. ibd. fol. 91.
CARL HARTWICH. Pharm. Post, 1917.
Zum mikroskopischen Nachweis der Kakaoschalen. Bemerkungen zur Abhandlung von HARALD HUSS. Z. f. Unt. d. Nahr. u. Gen. XXXIII. fol. 38.

1918. Die Gewinnung des Vogelleims aus der Rinde des Mistelstengels. Pharm. Post Nr. 5.
Über die Samen der Reismelde. Z. f. Unt. d. Nahr. u. Gen. XXXV. fol. 228.

Verzeichnis der Pflanzennamen

(einschließlich einiger Tiernamen).

Abies 397.
— *alba* 388.
Abietineen 351.
Acalypheen 603.
Acanthephippium 586.
— *silhetense* 586.
Acanthonitschkea 634.
Acanthosphaera 174, 175.
Acanthus 671.
— *longifolius* 671, 672.
Acer 248, 249, 351, 352.
— *Negundo* 649, 650.
Acerbia ephedrae 358.
Achyranthes 390, 399, 400.
Acinetospora 302, 306, 307.
— pusilla 305.
Acinetosporeae 306, 307.
Actinastrum 258.
— Hantzschii var. *fluviatile* 685.
Actinopeltis 414.
— *peristomatis* 413.
Adoxa 582.
Aegopodium 631.
Aerobakter 436, 437, 439, 441—443, 447, 448.
Aesculus Hippocastanum 409.
Agave 389, 397.
Aglaozonia 577.
Agrestes (*Veronicae*) 611.
Agrostemma 267, 270—273, 275, 276, 278—281, 288.
— *Githago* 268, 269, 270, 280, 284.
Agrostis alba 519.
Agyricc 700.
Aira caespitosa 519.
Akinetosporeae 308.
Alaria 570.
— *esculenta* 310, 570, 578.
Alchemilla arvensis 460.
Aldona 419.
Aldona stella nigra 421.
Aleuria pseudotrechispora 251.
Alisma plantago 519.
Allantozythia Kochiae F. Chenopodii 254.
Allogonium 458.
Alnus 249, 433.
Amazonia 701, 702.
Amphora ovalis 682.
Anabaena 258, 263, 543, 683 (58).
— *Azollae* 263, 541.
— *circinalis* 683, 684.
— *flos-aquae* 257, 258, 264, 683.
— *Flos-aquae* var. *gracilis* 684.
— *macrospora* 683.
— *macrospora* var. *gracilis* 684.
— *spiroides* 683, 684.
— *spiroides* var. *contracta* 684.
— *variabilis* (58.)
Andira 201, 202.
— *araroba Aguias* 196, 197, 198, 200.
Anemone coronaria 393.
Anemonifolia (sect.) 597.
Angiostromaceae 355.
Anisogramma 634.
Ankistrodesmus 171.
— *falcatus* 684.
— *lacustris* 551, 552.
— *longissimus* 684.
— *Pfitzeri* 258.
Anthomyces Reukaufii 746, 747, 761.
— — Rasse: *gracillima* 759, 761.
— — Rasse: *minor* 759, 761.
— — Rasse: *retiformis* 760, 761.
Antirrhinum majus 103, 749.
Aphanizomenon 543, 683, 694.
— *Flos-aquae* 683.
— *Flos-aquae var. gracile* 684, 693, 695.

Aphanocapsa elachista 258.
Aphanochaete repens 519.
Aphanothece microscopica 684.
Apinagia 235.
Apiognomonia 635.
— *veneta* 637.
Apioporthe 249, 634, 635.
— *anomala* 249, 637.
— — *virgultorum* 249, 355.
Aporhytisma 420.
— *Urticae* 421.
Aposphaeriopsis Pini-silvestris 254.
Aquaeductuum (subsect.) 732.
Aquilegia atrata 584, 585.
Arceuthobium 204—211, 507.
— *occidentale* 211.
— *Oxycedri* 204, 210, 211, 508.
Argyrolobium 175—177.
— *adscendens* 177, 179, 180.
— *aequinoctiale* 185, 186.
— *amplexicaule* 177.
— *Andrewsianum* 176, 178.
— *barbatum* 178, 182.
— *campicola* 178, 182.
— *collinum* 181.
— *collinum* var. β *seminudum* 178.
— *connatum* 178.
— *deflexiflorum* 177.
— *Dekindtii* 186.
— *dimidiatum* 177.
— *filiforme* 178.
— *Harmsianum* 183.
— *Harveianum* 178, 184.
— *Helenae* 186.
— *hirsuticaule* 179, 180, 184.
— *humile* 177.
— *involucratum* 178.
— *lanceolatum* 182.
— *leptocladum* 180, 184.
— *leucophyllum* 185.
— *Linnaeanum* 176.
— *longifolium* 183.
— *longipes* 180.
— *lydenburgense* 183.
— *macrophyllum* 186.
— *marginatum* 178, 181.
— *molle* 180.
— *Muirii* 177.
— *nanum* 183.
— *pachyphyllum* 183.
Argyrolobium patens 180.
— *pauciflorum* 180, 181.
— *pumilum* 181, 182.
— *rupestre* 181.
— *sericeum* 177.
— *sericosemium* 181.
— *sessilifolium* 177.
— *shirense* 178, 184, 185.
— *Stolzii* 185.
— *Thodei* 184.
— *Tysonii* 181.
— *umbellatum* 177.
— *uniflorum* 178, 184.
— *vaginiferum* 178.
— *variopile* 184.
— *velutinum* 181, 182.
— *virgatum* 184, 185.
Arnica montana 620.
Arthonia 251.
Arthrosporiella (sect.) 733.
Asarum Hypocistis 87.
Ascophyllum 376, 377.
— *nodosum* 372, 373, 375, 376.
Ascospora 252.
— *Aegopodii* 252.
— *brunneola* 252.
— *Epilobii* 252.
— *Mali* 357, 358.
— *melaena* 253.
— *microscopica* 247.
Aspergillus 139.
— *niger* 137, 138.
Asperococcus scaber 561.
Aspidium 358
Aster tripolium 518.
Asterina 421, 698, 699, 700, 702.
— *Epilobii* 252.
— *Gaultheriae* 359.
— *stellata* 698.
Asterionella 264, 689.
— *formosa* 258, 263.
— *gracillima* 544, 545, 684.
Asterocystis Gobi 458.
Asteroma 359.
— *Angelicae* 253.
— *Epilobii* 252.
— *impressum* 248.
— *Mali* 357.
— *Pyri* 358.
— *Silenes* 254.

Astrantia major 674.
Atriplex 521.
Attheya 258, 543.
— *Zachariasi* 684, 689.
Aucuba 536.
— *japonica* 536.
Aulacomnium palustre 519.
Aulographella Epilobii (*Aylographella*?) 359.
Aulographum anaxaeum 359.
— *hieroglyphicum* 359.
— *maculare* var. *Dickiae* 359.
— *maculare* var. *stellulata* 359.
— *mugellanum* 359.
Aurosphaera 174, 175.
Austriacum — Form 260, 266.
Austriacum-Typus 545, 549.
Avena 275, 278, 284, 744, (19).
— *sativa* 268—270, 284 (8—10, 19, 20).
Aylographum 358, 359, 422
— *Epilobii* 359
— *festucae* 359
— *filicinum* 358
— *juncinum* 359
— *Luzulae* 359.
— *maculare* 359.
— *Pinorum* 359.
— *reticulatum* 359.
— *sarmentorum De Not* 358.
— *sarmentorum Rehm* 249, 358.
Azotobakter 424, 425.
— *chroococcum* 424, 430, 436, 439, 442.

Bacillariaceen 258, 264, 544, 552, 684, 689.
Bacillus amylobakter 430.
— *asterosporus* 426, 430, 436, 439.
— *coli* 396.
— *lactis acidi* 436.
Bacterium 136, 137.
— *Aerobakter* 442, 443, 444, 445, 452.
— *agreste* 445.
— *fluorescens* 437.
— *Furcosum* 437, 441.
— *lactis aerogenes* 436, 439, 442, 443, 444, 445.
— *pneumoniae* 436, 437, 440.
Bacterium prodigiosum 437.
— *punctatum* 438.
— *radiobakter* 437, 441—446, 452, 453.
— *turcosum* 442, 443, 444, 445, 452.
— *Wielenbachense* 447, 448.
— *lactis acidi* 444, 445.
Balanophora 509.
Balanophoraceae 234.
Balanophoreen 509.
Bangia 376, 456.
— *fusco-purpurea* 372, 373, 376 380
Bangiaceen 160.
Barbula (sect.) 598.
Barlacina Strasseri 250.
Batrachium aquatile 257.
Batrachospermum 155—157, 159—162, 164, 216, 221, 224, 226, 227, 229, 231, 233.
— *moniliforme* 155, 156, 163, 226.
Bdallophytum ceratantherum 515
Begonia Ameliae 339, 343, 344.
— *paleacea* 344.
— *prolifera* 343, 344.
— *sinuata* 343, 344.
Beloniella 417.
Bidens 275, 278, 280, 284.
— *tripartitus* 269, 280, 284.
Biebersteinia 600, 602.
— *multifida* 600.
— *odora* 600.
— *Orphanidis* 600.
Biflorae (sect.) 599.
Bifusella 418.
— *linearis* 421.
B i n - k o h o m b a 77.
Binuclearia 693.
Bletia Shepherdii 234
Bohne 332, 405, 408.
B o h n e 152.
Bonnemaisonia asparagoides 221, 224.
Botrydiopsis 174.
Botryococcus Brauni 258, 544, 684.
Botryophoma 355
Botryosphaeriaceen 355.
Bougainvillea spectabilis 343.
Brassica 398.
— *oleracea* 390.
Briza media 519.
Brombeeren 583.

Broughtonia sanguinea 234.
Brugmansia 508, 510.
— *Zippelii* 508, 514.
Brunella vulgaris 519.
Bulbochaete 645.
— *minor* 682.
Buellia stellulata 468, 470, 473, 476.

Caespitosa (sect.) 597.
Calamus 257.
Calla 380.
Callitriche 169.
— *platycarpa* 166, 169.
Calosphaeria Salicis Babylonicae 354.
— *ulmicola* 252.
Calospora 252, 634.
Calosporella 252, 636.
— *platanoides* 637.
Calothyriella pinophylla 251.
Calothyrium 251.
Caltha palustris 555, 556.
Calumba 199.
Calypogeia Neesiana 492, 500.
— *Trichomanis* 492, 500.
Campanula 237
Campanulaceae 234, 237.
Campylia (sect.) 600.
Cannabis 267, 270, 275, 278, 279.
— *sativa* 268, 269, 270, 284.
Capparis spinosa 290.
Capsella bursa pastoris 705.
Caragana 110, 114, 115.
— *arborescens* 105, 106, 118.
— *arborescens pendula* 109, 119.
Carex distans 519.
— *drymeia* 248.
— *flava* 519.
— *glauca* 519.
— *hirta* 519.
— *vulpina* 519.
Carinthiacum-Form 260, 266.
— -Typus 545, 548.
Carlia 627—631.
— *Aronici* 631.
— *Fraxini* 631.
— *Oxalidis* 627.
— *Podagrariae* 631.
Celastraceae 345.
Cenangieae 250.
Cenangiopsis 250, 251.
Centaurea jacea 519.
Centradenia floribunda 243.
Centritractus 173—175.
Cephalozia leucantha 504.
— *media* 492, 500.
— *reclusa* 504.
Ceramanthus 233.
Ceramium 375.
— *rubrum* 372, 373, 375, 378, 379, 380, 382, 384.
Ceratium 260, 261, 265, 686, 687, 688.
— *brachyceros* 687.
— *carolineanum* 687.
— *cornutum* 544, 546, 554, 687.
— *furca* 687.
— *hirundinella* 258—261, 266, 542, 544, 545, 548, 554, 683, 684, 685—688.
Ceratophyllum 380, 682.
— *demersum* 257.
Ceratostoma Vitis 248.
Cercospora 630.
— *Fraxini* 631.
— *xantha* 634.
Cercosporella Weissii 358.
Ceriospora 634.
— *bicalcarata* 634.
— *Dubyi* 634.
Ceuthocarpon 636.
— *populinum* 637
Ceuthospora 352, 353.
— *Rhois* 353.
Chaetophora pisiformis 682.
Chailletia capitulifera 343.
— *pedunculata* 343.
Chalcosphaeria 636.
— *Pustula* 637.
Chamaesiphonaceae 263, 551.
Chantransia 155, 216.
Chara 380, 521.
— *fragilis* 257.
— *hispida* 682.
Characeen 681.
Characium De Baryanum 258, 263, 264.
Chasmogyne pilosissima 180.
Chasmone (sect.) 177.
— *adscendens* 177.

Chasmone angustissima 178.
— *argentea β. pilosa* 181.
— *stricta* 180.
— *venosa β. obscura* 180.
Cheilaria 356.
Cheylimenia 248.
— *furcifera* 248.
Chisocheton 338, 339, 340, 341, 346.
— *amboinensis* 340, 341.
— *Pohlianus* 341. 342.
Chladophora 376.
— *rupestris* 372, 376, 382.
Chlamydomonas 396, 434, 435, 449, 450, 452.
— *inhaerens* 263.
— *tingens* 434.
Chlamydospora (subsect.) 732.
Chlorella 455.
Chlorogonium infusionum 434.
Chlorophyceae 175, 258, 380, 544, 551. 564, 684, 690.
Chodatella 170, 174, 684.
Chondropodiella 248.
Chondropodium 354.
Chondrus crispus 372, 373, 376, 378, 379, 380, 382.
Chorda 309, 568, 577.
— *filum* 309, 568.
Choristocarpus 302.
— *tenellus* 306, 310.
— *Chorostate* (*Sydowiana*) 249, 634.
Chroococcaceae 263, 549, 550, 551.
Chroococcum grumosum 473.
Chroococcus limneticus 258, 544, 684.
Chroodaktylon 458.
Chroothece 458.
Chrysanthemum 395, 397, 398.
— *Leucanthemum* 190.
Chrysophyta 174.
Ciconium (sect.) 600.
Cirsium acaule 519.
Cissarobryon (sect.) 600.
Cistella 249.
Cistus 91, 98, 505, 506, 507, 511, 512, 513.
— *albidus* 91, 92, 94.
— *Berthelotianus* 95.
— *candidissimus* 507.
— *Clusii rosmarinifolius* 98.
— *corsicus* 93.
Cistus creticus 91, 92.
— *folio Halimi* 1, 96.
— *heterophyllus* 96.
— *hirsutus* 90.
— *incanus* 92.
— *monspeliensis* 87, 88, 89, 90, 91, 93, 95, 507, 511, 512.
— *parvifolius* 97.
— *populifolius* 90, 507, 510, 512.
— *salvifolius* 88—90, 93, 507, 512
— *salvifolius forma* *v. ochroleucus* 512.
— *symphytifolius* 95.
— *symphytifolius* var *vaginatus* 94, 95.
— *vaginatus* 94.
— *villosus* 86, 89—94, 506, 511, 512.
— *viscosus* 89.
Cladoceren 257.
Chladophora 56, 395, 397, 380, 388.
Cladopus 235.
Cladothrix 695.
— *dichotoma* 684, 695.
Clathrocystis aeruginosa 682—684, 693.
Clathrospora typhicola 252.
Claudopus tomentellicola 247.
Clintonia Dougl. 234, 245.
— *Raf.* 234.
— *borealis* 234.
Closterium 311—315, 317, 547, 694.
— *acerosum* 315.
— *aciculare* 547.
— *aciculare* var. *lacustre* 547.
— *aciculare* var. *limneticum nov.* var. 547, 548.
— *aciculare* var. *subpronum* 544, 547, 554.
— *acutum* var. *linea* 684.
— *angustatum* 315, 316.
— *Baileyanum* 317.
— *Ceratium* 547.
— *costatum* 315, 317.
— *didymotocum* 316, 317.
— *Ehrenbergii* 315.
— *gracile* 317.
— *intermedium* 316.
— *Lundellii* 317.
— *pseudodianae* 317.
— *striolatum* 315, 316.
— *turgidum subsp. giganteum* 312, 313.

Clypeolaster 702.
Clypeolella inversa 698.
Clypeolum 417.
— *atroareolatum* 421
Cneorum pulverulentum 343.
Coccomyces 418.
— *tumida β. trigonum* 421.
Coccomycella 419.
— *quercina* 421.
Coccomycetella 417, 419, 420.
— *belonospora* 421.
Coccomyxa lacustris 258.
Cocconeis communis 682.
Codiaeum 233.
Codium bursa 377.
Coelastrum cambricum var. *intermedium* 685.
— *microporum* 258, 685.
— *reticulatum* 455.
Coelosphaerium dubium 258, 684.
— *Kützingianum* 258, 544, 684.
— *reticulatum* 684, 693.
Coleochaete 228.
Coleophoma 351.
Coleus 47, 64, 392, 397, 400.
Colpoma 417, 421.
— *quercinum* 421.
Columbina (*sect.*) 597.
Columella 297.
Combretaceae 527.
Coniferen 407.
Coniothyrium insitivum 356.
— *olivaceum* var. *Pini-silvestris* 254.
Conjugatae 258, 544, 551, 684.
Corallorrhiza maculata 234.
Coriothyrium Cedri 254.
Cornaceae 344, 527.
Coronophoreen 631.
Corylus 114, 115, 252, 352.
— *avellana* 105, 106.
— *avellana pendula* 112.
Corynespora Melonis 40.
Coryneum 357.
— *Negundinis* 357.
— *septosporioides* 357.
— *Vogelianum* 357.
Coscinodiscus lacustris 684, 689.
Cosmarium 262.
— *bioculatum* 544, 548.
— *Botrytis* 262.
Cosmarium margaritiferum 682.
— *Meneghini* 682.
— *Phaseolus* 258, 262, 684.
— *sublobatum* 684.
Craspedomonadacee 264.
Crataegus 252, 256.
Criella austrocaledonica 420.
Crotalaria 177, 178.
— *pumila* 178.
Crotoneen 603.
Cruciferen 703.
Crouania carbonaria 250.
— *cinnabarina* 250.
— *humosa* 250.
Crozophora 603.
Crucigenia Lauterbornei 685.
— *rectangularis* 258.
Cryptoderis 634.
Cryptomyces 421, 422.
— *maximus* 421.
Cryptomyceteen 420.
Cryptomycina 419.
— *Pteridis* 421.
Cryptospora 354, 636.
— *corylina* 355.
— *suffusa* 637.
Cryptosporella 635.
— *hypodermia* 354, 637.
Cucurbita (31, 34, 53, 54).
— „Apfelsine" (30, 31, 33, 40, 41,
— 42, 46, 49, 50, 51, 55).
— *aurantia* (30).
— „Courge du Congo" (35, 38, 41, 42).
— *ficifolia* (25, 29, 31, 32, 33, 37, 42).
— „Ford-hook" (29, 31, 33, 35, 37, 38, 40, 41, 46, 49).
— „Gelbschnabel" (45, 53, 57).
— „gesprenkelte Melone" (40, 43, 44).
— „Gestreifter Apfel" (29, 31, 32, 33, 35—37 41, 45, 53).
— „Gurke" (31, 33, 40, 42, 43, 46, 49, 51).
— „Hausspalier" (35, 38, 39, 45, 52).
— *maxima* (25, 29).
— *melanosperma* (31).
— *Melopepo* (30, 53).
— *moschata* (29).

Cucurbita Pepo (4, 25, 28, 29, 31, 32, 37, 46).
— *Pepo aurantia* (50).
— *Pepo* var. *verrucosa* (31).
— *Pepo* ♀ × ♂ *C. ficifolia* (36, 37).
— *polymorpha* (30).
— „Regenschirm" (29, 30, 31, 33, 35, 40, 41—43, 46—51, 53, 56, 57).
— *verrucosa* (46).
— „Warze" (31, 33, 35, 40, 42, 43, 46, 48, 53, 57).
— „Weißer Apfel" (30, 31, 32, 33, 35, 40, 41, 46).
Cucurbitaria 249.
— *acerina* 249.
— *protracta* 249.
Cuphea 241, 242.
— *cyanea* 242.
— *Jorullensis* 241.
— *Llavea* 242.
— *Llavea* var. *miniata* 241.
— *micropetala subsect. Polyspermum* 241.
— *miniata* 241.
— *platycentra* 242.
Cuscuta 583.
Cutleria 308, 310, 560, 561, 577.
Cutleriaceae 560, 576.
Cyanodictyon endophyticum 263.
Cyanophyceen 456, 459, 542, (58, 59).
Cyanostroma (ser.) 738, 742.
Cyanotheca longipes 263.
Cyclocytospora melanodiscus 354.
Cyclophomopsis 256.
Cyclosporeae 308.
Cyclotella 258.
— *melosiroides* 544, 545.
— *operculata* 682, 684.
— *Schröteri* 544, 552, 553, 555.
Cylindrium candidum 357.
— *elongatum* 357.
Cylindrocolla episphaeria 357.
Cylindrophoma 351.
Cylindrospermum (58).
— *muscicola* (58).
Cylindrosporium 631.
— *Fraxini* 253.
Cymbella maculata 682.
Cynoxylum americanum 531.
Cypripedilum 234, 235, 243.
Cypripedium 245.
Cystosira 569.
Cytinus 86, 87, 89, 92, 94, 95—98, 505—507, 510—517.
— *americanus* 515.
— *aurantiacus* 511, 512.
— *canariensis* 91, 94, 95, 98, 99.
— *capensis* 86.
— *Clusii* 88, 91.
— *Hypocistis* 86, 87, 89, 90, 95, 505, 510, 513—515.
— var. *aurantiaca* 506.
— *subsp. aurantiacus* 511.
— *Hypocistis Subspec. Cytinus canariensis* 94.
— *Hypocistis* var. *Canariensis* 94
— *Hypocistis* var. *b. Kermesinus* 90, 92, 93, 506, 510, 511.
— *Hypocistis subsp. C. Kermesinus* 91, 511.
— *Hypocistis* var. *lutea* 87.
— *Hypocistis subspec. Cytinus macranthus* 95.
— *Hypocistis a. ochraceus Guß* 87, 88, 90, 91, 93, 511.
— *Hypocistis Subsp. Cytinus orientalis* 97.
— *Kermesinus* 88—95, 98, 99, 511, 512.
— *macranthus* 96, 97—99.
— *ochraceus* 87—90, 93, 94, 98, 99, 511, 512.
— *orientalis* 97—99.
Cytonaema Spinella 248.
Cytophoma pruinosa 352.
Cytosperma chrysosperma 353.
Cytospora 351—353.
— *Abietis* 351.
— *Acharii* 352.
— *affinis* 352.
— *ambiens* 352, 353.
— *annularis* 352.
— *arctica* 354.
— *atronitens* 353.
— *Aurora* 353, 356.
— *betulicola* 352.
— *capitata* 353.
— *carbonacea* 354.

Cytospora carnea 355.
— *carphosperma* 353, 354.
— *carphosperma f. Rubi* 353.
— *castanea* 355.
— *ceratophora* 352, 353.
— *corni* 352.
— *Cotoneastri* 353.
— *crataegicola* 353.
— *cryptosphaerioides* 354.
— *Curreyi* 351.
— *Cydoniae* 353.
— *decipiens* 352.
— *duriuscula* 352.
— *epileuca* 353.
— *extensa* 353.
— *fagicola* 352.
— *ferruginea* 352.
— *flavovirens* 352.
— *fraxini* 352.
— *fraxinicola* 352.
— *Friesii* 351.
— *Fuckelii* 352.
— *fugax* 352, 353.
— *grandis* 353.
— *guttifera* 352.
— *Harioti* 353.
— *horrida* 352.
— *incarnata* 353.
— *Kunzei* 351.
— *leucosperma* 352.
— *leucosticta* 353.
— *leucostoma* 353.
— *macrobasis* 353.
— *marchica* 353.
— *melanodiscus* 354.
— *melasperma* var. Fraxini 352.
— *Mespili* 353.
— *microspora* 353.
— *microstoma* 353.
— *minuta* 352.
— *nivea* 352.
— *ocellata* 352.
— *Oudemansii* 352.
— *personata* 353.
— *phlyctaenoides* 352.
— *phyllogena* 353.
— *pinastri* 351.
— *Pini* 3g1.
— *pithyophila* (*pityophila*!!) 351.
— *populina* 353.
Cytospora Pseudoplatani 352.
— *rhoicola* 353.
— *Rhois-hirtae* 353.
— *rhuina* 353.
— *rubescens* 353.
— *Salicis* 352—354.
— *Salicis Babylonicae* 354.
— *Schulzeri* 353.
— *selenospora* 353.
— *sepincola* 353.
— *simplex* 352.
— *spinescens* 352.
Cytosporella 352.
— *pulchella* 352.
Cytosporina 352.
— (?) *Bulliardii* 354.
— *Crataegi* 255.
— *flavovirens* 354.
— *Fusarium* 354.
— *lata* 354.
— *leucomyxa* 354.
— *notha* 355.
— *rostrata* 354.
— *Rhodi* 354.
— *Rubi* 354.
— *Serebrianikowii* 354.
— *siliquastri* 354.
— *umbellata* 354.

Dasyscypha flavolutea 251.
Daucus carota 519.
Delesseria 213, 227, 229, 230, 373 374, 375, 377.
— *sanguinea* 213, 221, 224, 233 371—374, 378, 379, 382
— *sinuosa* 372, 374
Delphinella 254
Delphinium 753, 761.
— *elongatum* 749, 755, 758.
Dematieae 357
Derbesia Lamourouxii 377
Dermateaceen 248
Dermopeltineen 418
Desmidiaceae 261, 311, 315, 546, 547 689
Deutzia 251
Dianthus 400
— *Caryophyllus* 393.

Diaporthe 249, 252, 255, 355, 634, 636.
— *Aucupariae* 249.
— *Caraganae* 354.
— *castanea* 355.
— *ciliata* 255
— *discutiens* 255.
— *dryophila* 249.
— *Epilobii* 248.
— *eres* 255, 637.
— *farinosa* 355.
— *galericulata* 355.
— *leiphaemia* 249.
— *leucopis* 255.
— *occulta* 255.
— *Otthii* 255.
— *patria* 249.
— *pithya* 255.
— *rudis* 254.
— *samaricola* 255.
— *Sorbariae* 255.
— *sorbicola* 249.
— *spina* 249.
— *Sydowiana* 249.
— *syngenesia* 255.
— *tosta* 248.
— *Woroniniae* 249.
— *Bonafidii* 255.
— *Malbranchei* 255.
— *perjuncta* 255.
— *Rehmiana* 255.
— *Saccardiana* 255.
Diaportheen 249, 631—634.
Diaporthopsis 633, 635.
— *nigrella* 637.
Diatoma elongatum 684.
— *tenue* var. *elongata* 258.
Diatrype 637
— *anomala* 249.
Dibrachya (sect.) 600.
Dichapetalaceae 343.
Dichapetalum 343.
— *Donnellsmithii* 343.
— *gabonense* 343.
— *flavicans* 343.
— *nigrescens* 343.
— *pedunculatum* 343.
— *Virchowii* 343.
Dichilus hypotrichum 182.
Dichodontium pellucidum 504
Dicraea 235.
Dictyochorella 359.
Dictyosiphon foeniculaceus 577.
Dictyosphaerium 258, 263, 543.
— *pulchellum* 684.
Dictyota 301.
Dictyotaceae 302, 307—309, 576.
Dictyotales 308, 309.
Didymella 251, 627, 634.
— *Drymeia* 248.
— *Fuckeliana* 248.
— *maculaeformis* 629.
— *pinodes* 627.
— *tosta* 248.
Didymellina 627.
— *Iridis* 627.
Didymochiton littorale 79.
Didymochora betulina 254.
Didymosphaeria Fuckeliana 248.
Dimerosporium 700, 701, 702.
Dimorphococcus lunatus 684.
Dinobryon 554.
— *cylindricum* var. *divergens* 258, 262, 543—545.
— *sociale* 685.
— *stipitatum* 685.
— *stipitatum subsp. bavaricum* 544.
Dionaea muscipula 596, 602.
Diotolotus Eckloni 182.
Diplodina samaricola 254.
Diplopsalis acuta 685, 689.
Diplosigopsis Entzi 544.
— *frequentissima* 543, 544.
Dipsaceen 625, 626.
Discella microsperma 356.
Discolor (sect.) 736, 740, 743, 744.
Discomyceten 354, 416.
Discosia Artocreas 355.
— *strobilina* 355.
Discosphaerina discophora 248.
Discula pomacearum 256.
Disculina 354.
— *corylina* 355.
Ditopella 636.
— *ditopa* 637.
Dobinea 343.
Dothiclypeolum pinastri 359.
Dothidea 422, 629.
— *Anethi* 253.

Dothidea Angelicae 253.
— *halepensis* 359.
— *Heraclei* 253.
— *Juniperi* 251, 412.
— *Podagrariae* 252.
— *polyspora* 254.
— *Prostii* 251.
— *virgultorum* 249.
Dothideaceae 254, 358, 628, 633.
Dothideales 416.
Dothideopsella salicella 251.
Dothiorella irregularis 355.
Dothiorellina Salicis 357.
Dothiorina 355.
Dothisphaeropsis Hellebori 251.
Dothithyrella 412.
Downingia 234.
Drosera 287.
— *rotundifolia* 290.
Dulongia 344, 347.
— *acuminata* 345.
Duplicaria 418.
— *Empetri* 421.
Dysoxylum 76.

Echinosphaeridium 174, 175.
Ectocarpaceen 307.
Ectocarpus 299, 303, 304, 306, 309, 561.
— *geminatus* 304.
— *pusillus* 305.
— *tomentosoides* 561.
— *Vidovichii* 304.
Eidamia 357.
Einkorn 726.
Elachistaceen, 558.
Elakatothrix 551, 552.
— *gelatinosa* 551.
— *linearis* 551.
Elegans (sect.) 737, 741.
Elodea 257, 380, 381, 388, 397, 400, 401, 523.
— *canadensis* 381.
— *densa* 705.
Encyonema caespitosum 682.
Endodothella 629.
Endothia 634, 636.
— *radicalis* 637.
Engleouraceen 416.
Englerulaster 700.
Enteromorpha 376, 380.
— *intestinalis* 372, 376, 382.
Entopeltis 418.
— *interrupta* 247, 421.
Epipeltis 359, 417, 422.
Epithemia gibba 682.
— *Sorex* 682.
— *turgida* 682.
Equisetum palustre 519.
Eremolobium (sect.). 182.
Erodium 598, 599.
— *alpinum* 598.
— *absinthioides* 598.
— *absinthioides* var. *cinereum* 598.
— *arborescens* 598.
— *astragaloides* 599.
— *bipinnatum* 598.
— *botrys* 598.
— *bryoniaefolium* 598.
— *cedrorum* 598.
— *cheilanthifolium* 598.
— *chrysanthum* 598.
— *ciconium* 598.
— *cicutarium* 599.
— var. *pimpinellifolium* 599.
— var. *primulaceum* 599.
— *daucoides* 599.
— *glaucophyllum* 598.
— *hirtum* 598.
— *Jacquinianum* 599.
— *leucanthum* 598.
— *macradenum* 598.
— *malacoides* 598.
— *Manescavi* 599.
— *moschatum* 599.
— *Neilreichii* 598.
— *oxyrrhynchum* 598.
— *petraeum* 598.
— *petraeum* var. *crispum* 598.
— *romanum* 599.
— *Stephanianum* 599.
— *trichomanifolium* 598.
Erumpens (subsect.) 736.
Erythraea linariifolia 519, 521.
Erythrocalyx (subsect.) 241.
Erythrochiton 346.
— *hypophyllanthus* 346, 347.
Erythrocistus (sect.) 512.
Euasterina 702.

Euastrum gemmatum 682.
Eucistus (sect.) 91, 92, 98.
Eu-Diaportheen 634.
Eudorina 543.
— *elegans* 258, 684.
Euglena 543.
— *oxyuris* 684.
Eu-Montagnelleae 628.
Eumorpha (sect.) 600.
Eumunronia Harms (sect.) 77.
Eunotia lunaris var. *planctonica* 258, 263, 264.
Eupionnotes (sect.) 732.
Euporthe 634.
Eupyrenopezizeen 248.
Euryachora 253.
— *betulina* 254.
— *Epilobii* 252.
Euryachora Libanotis 253.
Eutrichilia (sect.) 81.
Eutypa 411, 414, 415.
— *flavovirens* 354.
— *lata* 354.
— *Rhodi* 354.
— (*scabrosa*?) 354.
Euvalsa 353.
Euvalseen 632.
Excipula Heraclei 253.
— *melanophaea* 355.
Exosporium 251, 357.
— *glomerulosum* 251.
— *Vogelianum* 357.

Fabraea Agrostemmatis 248.
— *implexa* 248.
Fagus silvatica 105, 352.
Farysia 358.
— *olivacea* 358.
Fegatella 388.
Fichte 351.
Filaspora peritheciaeformis 254, 255.
— *rudis* 255.
Fissidens crassipes 504.
Flacourtiaceae 345.
Flagellatae 258, 544.
Florideen 225, 371, 380, 575.
Föhre 351.
Forsythia 21, 25.
Fragilaria crotonensis 544, 545, 684.
Fragilaria Krotonensis 258, 264.
— *virescens* 544, 545, 682.
Frasera carolinensis 200.
Fraxinus 112, 114, 115.
— *excelsior* 105, 106, 116, 118, 352.
— *excelsior pendula* 110, 115.
Fritillaria 748, 749, 761.
— *imperialis* 749, 761.
Fucaceen 307, 308, 309, 377, 576.
Fucales 308, 309.
Fucus 376, 377.
— *serratus* 372, 373, 376.
— *vesiculosus* 372, 373, 375, 376, 378, 379, 382.
Fumana 97, 98.
— *thymifolia* 97, 98.
Funaria 388.
Funkia 674.
— *Sieboldiana* 675.
Fusarium 732.
— *acuminatum* 733.
— *anthophilum* 734.
— *aquaeductuum* 732.
— — var. *volutum* 732.
— *argillaceum* 739.
— *aurantiacum* 738, 742.
— *avenaceum* 734.
— *betae* 732.
— *bullatum* 734.
— *caricis* 737, 743, 744.
— *chenopodinum* 734.
— *citrinum* 737, 741.
— *coeruleum* 738.
— *congoense* 736.
— *culmorum* 737.
— *cydoniae* 740.
— *cydoniarum* 740.
— *decemcellulare* 737, 741.
— *dimerum* 732.
— *discolor* 743.
— *diversisporum* 733.
— *eumartii* 738.
— *euoxysporum* 738, 742.
— *equiseti* 734.
— *falcatum* 734.
— *filiferum* 734.
— *flocciferum* 736.
— *fructigenum* 735, 740.
— — var. *majus* 735, 740.
— *gramineum* 743.

Fusarium graminearum 737, 744.
— *graminum* 733, 744.
— *heleocharidis* 741.
— *herbarum* 733, 739, 743.
— var. *conii maculati* 739.
— — var. *gibberelloides* 733, 740.
— *heterosporum* f. *paspali* 739.
— *javanicum* 739, 742.
— *lateritium* 735.
— — var. *Tulasneanum* 739.
— *lolii* 736, 741.
— *maculans* 356.
— *Martii* 738.
— — var. *minus* 738.
— *merismoides* 732.
— *metachroum* 739, 743.
— — var. *minus* 739.
— *orthoceras* 738, 741.
— *ossicolum* 734.
— *oxysporum* 742.
— *poae* 733.
— *polymorphum* 736.
— — var. *pallens* 736.
— *putrefaciens* 739.
— *pyrochroum* 735.
— *radicicola* 742.
— *redolens* 738, 742.
— *robiniae* 735.
— *roseo-bullatum* 733.
— *roseum* 743, 744, 745.
— *rostratum* 744, 745.
— *salicis* 735.
— *sambucinum* 736, 743, 744.
— *sarcochroum* 735.
— *scirpi* 734.
— *sclerotioides* 738, 742.
— *semitectum* 733.
— *solani* var. *minus* 738.
— *sorghi* 739.
— *Speiseri* 739.
— *sphaeriae* 742.
— *spicariae colorantis* 741.
— *sporotrichioides* 733.
— *stictoides* 737.
— *subcarneum* 736.
— *subpallidum* 737.
— *subviolaceum* 739.
— *succisae* 734.
— *sulphureum* 737.
— *theobroma* 742.
Fusarium tracheiphilum 742.
— *tricinctum* 783.
— *udum* 732.
— *uncinatum* 735.
— *uredinicolum* 739.
— *urticearum* 735.
— *vasinfectum* 742.
— *viticola* 734.
— *zonatum* 738, 742.
Fusicladiella 630.
— *Aronici* 631.
Fusicladium 630, 631.
— *dendriticum* 357.
Fusicoccum castaneum 355.
— *galericulatum* 355.
Fusidium griseum Ditmar 357.
— *griseum Lk.* 357.
Fusisporium 356, 741, 743.
— *roseum* 743.
Fusoma Feurichii 739.
— *Veratri* 356.

Galanthus 335.
Galeraicta conica 254.
Galtonia 335, 336, 337, 667.
— *candicans* 333, 335, 673.
Garcinia 243.
Gartenkresse 138.
Gelatinosporium 354.
— *abietinum* 248.
— *betulinum* 248.
— *pinastri* 248.
Geminella 692, 693.
Geminispora Mimosae 254.
Genista Jaubertii 177.
— *trifoliolata* 177.
Genistiformes (sect.) 599.
Gentiana anisodonta 653, 721.
— *asclepiadea* 654, 655.
— *ciliata* 654, 657.
— *cruciata* 655.
— *germanica* 653, 654, 655, 656, 657, 720.
— *lutea* 582, 656.
— *nivalis* 582.
— *pannonica* 582, 656.
— *pneumonanthe* 654, 655.
— *polymorpha* 720.

Gentiana prostrata 582.
— *punctata* 582, 656.
— *purpurea* 656.
— *Sturmiana* 721.
Geraniaceae 591, 602.
Geranium 591, 596, 597, 601, 602.
— *aconitifolium* 597.
— *albanum* 598.
— *albiflorum* 597, 600.
— *anemonifolium* 597.
— *argenteum* 597.
— *asphodeloides* 598.
— *asphodeloides* var. *hispidum* 598.
— *atlanticum* 597.
— *bohemicum* 597.
— *brutium* 597.
— *caespitosum* 597.
— *carolinianum* 597.
— *cataractarum* 600.
— *cinereum* 597.
— *cinereum* var. *subcaulescens* 597.
— *collinum* 598.
— *columbinum* 597.
— *dahuricum* 598.
— *dissectum* 597.
— *divaricatum* 597.
— *Endressii* 598.
— *Fremontii* 597.
— *glaberrimum* 600.
— *gracile* 598.
— *gymnocaulon* 597.
— *ibericum* 597.
— *incisum* 597, 600.
— *Kotschyi* 597.
— *Langloisii* 597.
— *lasiopus* 600.
— *libanoticum* 597.
— *lucidum* 597.
— *macrorrhizum* 597, 601, 602.
— *macrorrhizum* var. *dalmaticum* 600.
— *maculatum* 597.
— *malvaeflorum* 597.
— *mexicanum* 598.
— *molle* 597.
— *nepalense* 598.
— *nervosum* 597, 600.
— *niveum* 598.
— *nodosum* 598.
— *ocellatum* 597.
— *palustre* 598.
Geranium peloponnesiacum 597.
— *phaeum* 597.
— *phaeum* var. *lividum* 597.
— *platypetalum* 597.
— *potentillaefolium* 598.
— *pratense* 591, 596, 597, 601, 602.
— *pseudo-sibiricum* 597, 600.
— *pusillum* 597.
— *pyrenaicum* 598.
— *reflexum* 597.
— *Richardsonii* 597, 600.
— *Robertianum* 597.
— var. *purpureum* 597.
— *rotundifolium* 597.
— *sanguineum* 598.
— *sibiricum* 598.
— *simense* 598.
— *Sintenisii* 598.
— *striatum* 598.
— *sylvaticum* 597.
— *trilophum* 597.
— *tuberosum* 597.
— *Wallichianum* 598.
— *Wilfordii* 598.
— *yesoense* 598.
Gerste 640.
Gibberella 744, 745.
— *cyanogena* 744.
— *flacca* 737, 743, 744, 745.
— *Saubinetii* 737, 743, 744, 745.
Gibbosum (sect.) 734.
Gibellia dothideoides 633.
Glaucophyllum (sect.) 600.
Glaux maritima 519.
Glenodinium 689.
— *gymnodinium* 689.
— *pulvisculus* 544.
Glochidion 233.
Gloeocapsa alpina 457.
Gloeocystis planctonica 258.
Gloeosporidium anomalum 356.
Gloeosporina 356.
Gloeosporium Equiseti 356.
— *Veratri* 356.
Gloeothece 550.
— *linearis* 550.
Gloeotila 693.
Gloniella 358, 360.
— *filicina* 358.

Gloniella lapponica 358.
— *Lunariae* 247.
— *microscopica* 247.
— *perexigua* 247, 358.
— *sarmentorum* 358, 422.
Glonium 254.
Gnomonia 249, 635.
— *apiculata* 249.
— *vulgaris* 637.
Gnomonieen 628, 633, 634.
Gnomoniella 634.
— *tubaeformis* 637.
Gnomonina 628, 634, 635
— *alnea* 628, 637.
Gnomoniopsis 635.
— *Chamaemori* 637.
Godronia 248.
Golenkinia 170.
Gomphonema constrictum 682.
— *olivaceum* 682.
Gomphosphaeria lacustris 684.
Gonatozygon 315, 683.
— *Brebissoni* 689, 690.
— var. *gallicum* 690.
— *Brebissoni forma gracillimum* 690.
— *Brebissoni* var. *intermedium* nov. var. 684, 690, 695.
— *Brebissoni* var. *minutum* 690.
— *Brebissoni* var. *tatricum* 690.
— *Brebissoni* var. *vulgaris* 690.
— *monotaenium* 258, 261, 544, 548, 684, 689.
— var. *laeve* 690.
— *Gonyaulax Levanderi* 685, 688.
Gonypetalum 343.
— *acreanum* 343.
— *juruanum* 343.
Goodia pubescens 178.
Gyrostachys 234.
Gracile-Form 260, 266, 546, 548.
Graphyllium 421.
— *Chlcës* 421.
Grasemorchel 34.
Griffithsia 213.
— *corallina* 221, 224.
Grinnellia 231.
— *americana* 232.
Guarea 340, 341.
Guignardia 248, 628.
— *Bidwellii* 628.
γυμνοκριθής 641.
γυμνοκριθή 639.
Gyromitra 28, 29.
— *esculenta* Pers. 27—29, 31, 34.
— *gigas* 28, 34.
Gyrostachys 243, 245.

Halbania 701.
Halimioides (sect.) 98.
Halimium 96, 98.
— *halimifolium* 96.
— *umbellatum* 86, 95.
Halophilen 520.
Halophyten 518, 521, 523.
Halosphaera 170, 174, 175.
Haplodothis 254, 628.
Haplophyse 417, 418.
— *ohauensis* 421.
Haplospora 301, 302, 303—307.
— *globosa* 299, 300, 301, 302, 304.
Haplosporella 39.
— *commixta* 39.
— *longipes* 254.
Haplostromella pithya 355.
Haplotheciella 251.
— *Hellebori* 251.
Hariotia 254.
— *polyspora* 254.
— *strobiligena* 254.
Harpostroma notha 355.
Harzia 357.
„Hausspalier-Kürbis" (39).
Hedera 397.
— *Helix* 387, 391, 392.
Heleocharis palustris 519.
Helianthemum 97.
Helianthus 269, 270, 274—278, 2[illegible] 283, 290, 620, 625, 626.
— *annuus* 269, 270, 281, 282, 2[illegible] 286, 289, 296, 297, 757, 759.
Helicosporangium parasiticum 357.
Helminthocladiaceae 214.
Helminthora 215—220, 222, 223.
— *divaricata* 212, 214—219, 220 223.
Helosis guyanensis 234.
Helvella 28.
— *esculenta* 27, 29.
— *suspecta* 28.

Helwingia 344, 346, 347.
— *chinensis* 344.
— *himalaica* 344.
— *japonica* 344.
— *rusciflora* 344, 347.
Hemidothis (?) *Rubi* 354.
Hendersonia collapsa 354.
Heterococcales 174.
Heterodon (sect.) 241.
Heterospora 302, 305—307.
— *Vidovichii* 304, 305.
Himantia 253.
Himmelsgerste *639.*
Hippuris 168.
— *vulgaris* 166, 168, 704, 705.
Hoarea (sect.) 599.
Hordeum 269, 275, 284.
— *distichum* 638, 639.
— *erectum* 17.
— *hexastichum sanctum* 731.
— *secalinum* 522.
— *vulgare* 268, 269, 284, 731.
— *vulgare coeleste 639.*
Hormiactina Wroblewskii 357.
Hormospora 692, 693.
— *limnetica* 692.
— *subtilissima* 692.
Hottonia 682.
Hyacinthus orientalis 392.
Hyalobryon 263.
— *Voigti* 258, 263.
Hyalotheca 263.
Hydrangea 45.
Hydrobium 235.
Hydrocharis 682.
Hydrodictyaceen 683.
Hymenobolus 417, 420.
— *Agaves* 421.
Hypholoma lacrymabundum 247.
Hyphomyceten 630.
Hypocenia 354.
— *obtusa* 354.
Hypocistis lutea 87, 96.
— *rubra* 91, 92.
— *varia* 87, 88.
Hypocreaceae 357, 633.
Hypoderma 418.
— *rubi* 247, 421.
— *scirpinum* 247.
Hypodermella 419.
Hypodermella Laricis 247, 421.
— *sulcigena* 247.
Hypodermellina 358, 419.
— *ruborum* 422.
Hypodermeen 358.
Hypdermieen 416.
Hypodermina virgultorum 247.
Hypodermium 422.
Hypodermopsis 421.
— *Sequoiae* 422.
Hypomyces 357.
Hypospila 635.
— *bifrons* 637.
Hysteriaceen 358, 359.
Hysterium 421, 422.
— *anaxaeum* 359.
— *culmifragum* 360.
— *Moliniae* 360.
Hysteropsis 360, 419.
— *culmigena* 359, 422.

Icacinaceae 343.
Ilex 407, 408.
Impatiens 47, 64, 397, 399, 402.
— *Sultani* 391, 395.
Incanoidea (sect.) 598.
Ipomoea 744.
Isariopsella Vossiana 357.

Jasmin 407.
Jenkinsonia (sect.) 599.
Juglans nigra 460.
— *regia* 460.
Juliania 245.
Juncus gerardi 519.
— *lamprocarpus* 519.
Jungermannia Taylori 491.
Juniperus nana 407.
Jussiaea grandiflora 166, 168.

Karstenula hirta 249.
Kauermorchel 30.
Keißleria 634.
Kieselflechten 464.
Kirchneriella 684.
K r e s s e 152, 332, 403, 407.
κριθὴ διστιχος 640.
κριθὴ μονόστιχος 640.

Lachnaster gracilis 250.
Lachnea 250.
— *arctispora* 250.
— *gregaria* 250.
— *furcifera* 248.
— *fusispora* 250.
Lachnella 250.
— *barbata* 250, 251.
— *barbata* var. *pellita* 251.
— *Bresadolae* 250.
— *leucophaea* 251.
— *Lonicerae* 251.
— *Philadelphi* 251.
Lachnum 250.
— *Noppeneyanum* 251.
Laestadia 628, 634, 637.
— *alnea* 628.
Lagerheimia 170, 174.
Laminaria 373—377, 557, 558, 559, 564, 565, 567, 568, 570, 571, 576.
— *digitata* 310, 372, 373, 374, 382, 569, 571, 572, 578.
— *flexicaulis* 310, 569, 571, 578.
— *saccharina* 310, 372, 373, 374, 378, 379, 382, 558, 565—567, 569, 571—573, 578.
— *saccharina F. Phyllitis* 566.
Laminariaceae 309, 566, 568, 571, 576, 577.
Laminariales 308, 309.
Lamium 746.
Lamium album 26, 27, 746.
— *album mut. d. roseum* 27.
— *purpureum* 26.
Lamprosora haemastigma 250.
Lamyella 351.
Lärche 351.
Lateritium (sect.) 735, 740.
Laurencia pinnatifida 372, 373, 375, 376, 378, 379, 382.
Lauterborniella elegantissima 685, 690.
Lawia 235, 243.
Lebermoos 491.
Lecanora polytropa 468, 470.
— *polytropa f. illusoria* 468, 472, 476.
Lecidea crustulata 465, 467, 468.
Ledonella (sect.) 97, 98.
Ledonia (sect.) 87, 90, 98, 512.
Leguminosen 236, 433.
Lembosia 359.
— *festucae* 359.
— *juncina* 359.
— *Luzulae* 359.
— *Vriseae* 359.
Lembosieae 359.
Lembosiodothis 359.
Lembosiopsis 359.
Lemna 682.
Lepidium sativum 138, 399, (12)
Leptaulus 343.
Leptonema 243, 558, 562, 563.
Leptonia parasitica 247.
Leptopeltella 358, 416, 418.
— *perexigua* 358, 422.
— *pinophylla* 249.
Leptopeltineen 417.
Leptopeltis 358, 418.
— *filicina* 358, 422.
— *Pteridis* 358.
Leptophacidium 627.
— *Umbelliferarum* 627.
Leptoscyphus 493, 494, 495, 497, 498, 499, 503.
— *Taylori* 490—492, 494—497 499, 500, 503, 504.
Leptosillia notha 355.
Leptosphaeria 632, 637.
Leptostroma scirpinum 247.
— *virgultorum* 247.
Leptostromaceae 247.
Leptothyrina perexigua 247.
Leptothyrium 351.
Leptotubercularieae 357.
Leucocytospora 255, 353.
— *clypeata* 353.
— *Corni* 352.
— *ferruginea* 352.
— *leucostoma* 352.
— *personata* 352, 353.
— *superficialis* 351.
Leucophomopsis 255, 256.
Leucostoma 351, 353, 637.
— *abrupta* 353.
— *Massariana* 637.
Levisticum officinale 190.
Libertella Equiseti 356.
— *Ulmi-suberosae* 255.
Ligularia (sect.) 599.
Ligustrum 20, 22, 24, 25, 407.

Ligustrum strongylophyllum 22.
— *vulgare* 20, 22, 23, 24, 25.
— var. *chlorocarpum* 22.
— *mut. ebbingense* 20, 21, 24, 25, 27.
— var. *leucocarpum* 22.
— var. *xanthocarpum* 22.
— *yunnanense* 22.
Liliaceae 234.
Lilium croceum 513.
Limnocharis 243
— *emarginata* 245.
Linaria 758, 759, 760, 761.
Linaria bipartita 103.
— *Cymbalaria* 102.
— *elatine* 103.
— *genistifolia* 99, 100, 101, 103.
— *macroura* 103.
— *origanifolia* 102.
— *purpurea* 102.
reticulata 103.
— *spuria* 103.
— *triphylla* 102.
— *versicolor* 103.
— *vulgaris* 102, 747, 749, 750, 751, 752, 754, 755, 758.
Linde 332.
Linochora 254.
— *caricincila* 254.
Linospora 634, 637.
Linum, 269, 270, 274, 275, 276, 278, 281.
— *catharticum* 519.
— *usitatissimum* 268, 269, 270, 284.
Litosiphon 558.
Lobelia 237, 360, 362.
— *laxiflora* 360, 368.
Lonicera spec. 749.
Lopacho 199.
Lophiostomaceen 358.
Lophium mytilinum 355.
Lophodermella 247.
— *sulcigena* 422.
Lophodermellina 419.
— *hysterioides* 422.
Lophodermina 418.
— *melaleuca* 422.
Lophodermium 420.
— *Abietis* 247.
— *arundinaceum* 422.
— *Piceae* 247.
Lophodermium pinastri 247.
Lophogyne 235.
Lophozia confertifolia 504.
Loranthomyces 414, 415.
— *epimyces* 415, 416.
— *sordidulus* 412, 413, 414.
Lorchel 28, 29.
Lotononis corymbosa 178.
Lotus amplexicaulis 177.
— *tenuifolius* 519.
Lucida (sect.) 597.
Lupinus albus 281, 282.
Lycopus europaeus 519.
Lyngbya 692, 693.
— *bipunctata* 692.
— *limnetica* 683, 684.
Lysimachia 236.
— *nummularia* 166, 167, 583.
Lythraceen 237, 241, 243.
Lythrum 238, 242.
— *Salicaria* 233, 236, 237, 241, 243.

Macleya cordata 289.
Macroderma 419.
— *Curtisii* 422.
Macrolobium 339.
Macrophoma 39.
— *Ulmi* 39.
— *ulmicola* 39.
Malacostroma 255, 355.
— *carneum* 355.
— *castaneum* 355.
— *irregulare* 355.
Mallomonas 543.
— *caudata* 685.
Malvastrum pediculariifolium 343.
Mamiania 635.
— *fimbriata* 637.
Mamianiella 635.
— *coryli* 637.
Marsonia Veratri 356.
Marssoniella 550, 551.
— *elegans* 550.
Martensia 229, 230, 231, 232.
Martiella (sect.) 738.
Massaria eburnea 252.
— *Ulmi* 39.
Massarina eburnea 252.
— *eburnoides* 252.

Massarina pomacearum 252.
Massariopsis acerina 248.
— *macrosporella* 248.
Mastigonema aerugineum 682.
Mazzantia 633, 635.
— *Galii* 637.
Melanconieae 355.
Melanconideen 633.
Melanconiopsis 356.
— *Ailanthi* 356.
— *ulmigena* 356.
Melanconis 249, 632.
Melanconium Hederae 256.
Melia 74.
— *pumila* 77.
Meliaceen 74, 75, 338, 339, 340, 348.
Melilotus albus 519.
— *dentatus* 519.
Meliccideae-Turraeeae 74.
Meliola 698, 699, 700, 701, 702.
— *amphitricha* 702.
— *asterinoides* var. *Psychotriae* 701.
— *clavispora* 700.
— *corallina* 702.
— *corallina* var. *javanica* 701.
Meliolaster 701.
— *clavisporus* 701.
Melochia 80.
Melogramma Bulliardii 354.
Melogrammeen 633, 634.
Melolobium cernuum 177.
Melosira 554, 683, 689.
— *Binderiana* 258, 684.
— *crenulata* 258.
— *crenulata* var. *ambigua* 684, 689.
— *granulata* 258, 684, 689.
— — var. *angustissima* 684, 689.
— *varians* 258, 682.
Melosireen 258.
Melvilla (seot.) 241.
Mentha aquatica 380.
Menyanthes 380, 682.
— *trifoliata* 582.
Meringosphaera 170, 171, 172, 173, 174, 175.
— *triseta* 172.
Merismopedia elegans 684.
— *glauca* 682.
— *tenuissima* 544.
Merulius lacrymans 137, 138.
Metasphaeria corylina 252.
Mexicana (sect.) 598.
Micractinieae 173.
Micractinium 174.
Microchaete 541, 542.
— *calotrichoides* 537, 540.
— *Goeppertiana* 541.
— *tenera* 541.
Microcystis 543.
— *aeruginosa* 258, 263.
— *flos-aquae* 258.
Micropeltis 422.
Micropera 353.
— *betulina* 355.
— *Drupacearum* 354.
Microphyma 422.
Microthyriaceae 251, 411, 412, 41[illegible] 415, 416, 698, 699, 700, 701.
Microthyriella 417.
— *Rickii* 422.
Microthyrium 412.
— *anceps* 359.
— *litigiosum* 412.
— *Lunariae* 247.
Mnium hornum 496, 497.
Mocquerysia 345, 347.
— *multiflora* 345, 347.
Mollisia 248.
Mollisieen 248.
Moniliformia (Gruppe) 227.
Monosporium acremonoides 357.
Monsonia 599.
— *attenuata* 599.
— *biflora* 599.
— *Burkeana* 599.
— *heliotropioides* 599.
— *nivea* 599.
— *senegalensis* 599.
— *speciosa* 599.
— *umbellata* 599.
Montagnelleae 251, 254.
Montagnula 359.
Morchel 28, 29.
Morchella 28, 29.
— *conica* 29.
— *elatior* 29.
— *rimosipes* 29.
Morenoella 359.
Morus 110, 114, 115.
— *alba* 106, 116, 118.

Morus alba pendula 106, 107, 118.
Mougeotia 387, 683.
— *gracillima* 684.
Mourera 235.
Mutoniella 420.
— *polita* 422.
Mucor 136, 137, 323.
— *hiemalis* 137, 138.
— *Mucedo* 137.
Munronia 74—77.
— *Delavayi* 78.
— *Henryi* 77, 78.
— *humilis* 79, 80.
— *javanica* 79.
— *neilgherrica* 78.
— *palawanensis* 79, 80.
— *pauciflora* 80.
— *pinnata* 78.
— *pseudoturraea* 79.
— *pumila* 77.
— *Robinsonii* 78.
— *sinica* 77, 78.
— *timoriensis* 79.
— *unifoliolata* 77.
— *Wallichii* 78.
Musa 241.
Mycogone 357.
Mycosphaerella 252, 254, 627, 628 631.
— *Aegopodii* 629.
— *brassicicola* 254.
— *Jaczewskii* 254.
— *Lathyri* 254.
Mycosphaerellopis 627.
— *Myricariae* 627.
Myiocopron 411, 700.
Myriangiella 422.
Myrionema 561, 565, 566.
— *vulgare* 565.
Myrionemaceae 559.
Myriophyllum 169, 682.
— *proserpinacoides* 166, 167, 169, 705.
— *spicatum* 257.
— *verticillatum* 166, 168.
Myrrhidium (sect) 599.
Myrtiflorae 527.
Myxodiscus confluens 351.
Myxofusicoccum Aurora 353, 356.
— *galericulatum* 355.
— *Mali* 356.
Myxofusicoccum obtusulum 355.
— *Salicis* var. *microspora* 356.
— *tumescens* 356.
Myxolibertella 256.
Myxophacidiella 421.
— *Betulae* 422.
Myxophacidium 421.
— *degenerans* 422.
Myxosporium carneum 355
— *rimosum* f. *Salicis* 356.
— *salicellum* 356.
— *tumescens* 356.

Nacktgerste 638, 639, 640.
Nacktweizen 726.
Naemaspora melanotricha 356.
Naevia 250, 251, 420.
— *carneopallida* 251.
— *minutissima* 422.
— *mollisioides* 251.
— *tithymalina* 251.
Narcissus 393, 397.
Naregamia alata 75.
— *alata* var. *africana* 75.
Navicula 386.
— *Amphisbaena* 682.
— *cuspidata* 682.
— *elliptica* 682.
— *rhynchocephala* 682.
Nectria Cucurbitula 357, 358.
Neesiola (subsect.) 736, 740.
Nelanaregam alata 75.
— var. *β. africana* 75.
Nemalieae 214.
Nemalion 155, 161—163, 213, 214, 221—224, 231, 376.
— *lubricum* 221.
— *multifidum* 157, 164, 221, 224, 372, 373, 376.
Nemastoma Bairdii 561.
Nemoderma 567, 578.
— *tingitanum* 567.
Neozimmermannia 634.
Niptera 248.
Nitophyllum 213, 371.
— *punctatum* 213, 224.
Nitschkea 411, 413, 414, 415.
— *Flageoletiana* 411, 412.
Nostoc 538 (58, 61).

Nostoc commune 682.
— *punctiforme* (58, 59, 60, 62, 64).
Nuphar 682.
Nurmonia (n. gen.) 80.
— *pulchella* 76, 81.
— *Nymanomyces* 419.
— *Aceris Laurim* 422.
Nymphaea 682.
Nyssa 527, 531, 536.
— *aquatica* 528, 530, 531.
— *biflora* 527, 531, 535.
— *capitata* 529.
— *caroliniana* 534.
— *denticulata Ait.* 531.
— *grandidentata* 529.
— *integrifolia* 531.
— *multiflora* 529, 536.
— *ogeche* 528, 529, 536.
— *peduneulis multifloris* 531.
— *pedunculis unifloris* 531.
— *sylvatica* 527—532, 534—536.
— *sylvatica* var. *biflora* 531, 534, 535.
— *uniflora* 529, 531.
— *villosa* 528, 530, 534.

Obione pedunculata 523.
Odontopetalum (sect.) 599.
Odontoschisma denudatum 492, 500.
Odontotrema 417, 420, 421.
— *minus* 422.
Odontotremella 417.
— *raphidospora* 417.
Oedogonium 645.
Oenone 235, 243.
Oenothera 236 (4, 21).
— *albicans* (23).
— *albicans* × . *velans* (23.)
— *biennis* (21, 22, 23)
— *biennis mut. nanella* 26.
— *biennis rubens* (25).
— *biennis* × *Lamarckiana* (24).
— (*biennis* × *Lamarckiana*) *laeta* (25).
— (*biennis* × *Lamarckiana*) *velutina* (23, 25).
— *biennis* × (*Lamarckiana* × *muricata*) *gracilis* (25).
— (*biennis* × *muricata*) = *albicans* . *curvans* (25).
Oenothera biennis mut. semigigas 26.
— (*biennis* × *suaveolens*) *flava* (24).
— *biennis* ♀ × *O.* (*Lamarckiana* · *suaveolens*) *suavilaeta* ♂ (24).
— *Cockerelli* (22).
— *curvans* (23, 25).
— *decipiens* 132, 133.
— *deserens* 131, 133, 134.
— *erythrina* 132.
— *fallax* (25).
— *fallax* = *rubens* . *velans* (25).
— *flavens* (23.)
— *gaudens* (23, 25).
— *gaudens* . *curvans* (24).
— *gaudens* × *flavens* (24).
— *gigas* 134.
— *gracilis* (25).
— *grandiflora* 130, 132, 134.
— *grandiflora mut. ochracea* 132
— *Hookeri* (22, 25)
— „*Laeta*" 131, 132, 133, 134.
— *laeta* (23).
— *Lamarckiana* 25, 130, 131—135, 245, (21, 22, 23, 25, 33).
— (*Lamarckiana* × *biennis*) *fallax* = *velans* . *rubens* (25).
— *Lamarckiana* ♀ × *O. muricata* ♂ (24.).
— (*Lamarckiana* × *muricata*) *gracilis* (24, 25).
— *Lamarckiana mut. gigas* 26, 134
— *Lamarckiana gigas* 25.
— *Lamarckiana mut. spec. gigas* 26.
— *Lamarckiana mut. nanella* 26, 134.
— *Lamarckiana mut. rubrinervis* 134.
— *Lamarckiana mut. r. brevistylis* 26.
— *Lamarckiana gigas mut. nanella* 129.
— *Lamarckiana mut. semigigas* 26, 129.
— *Lamarckiana mut. velutina* 131 bis 133.
— „*Lata*" 134.
— *Lata-laeta* 134.
— *muricata* (21, 22, 23, 25).
— *muricata-Venedig* × *O. biennis* ♂ (24).
— (*muricata* × *Lamarckiana*) *laeta* (24).

Oenothera (*muricata* × *Lamarckiana*) *laeta* × *biennis* (24).
— (*muricata* × *Lamarck.*) *laeta* = (*rigens* . *gaudens*) × *muricata* (24).
— *muricata* × *Lamarckiana*) *velutina* ♀ (24).
— (*muricata* × *Lamarckiana*) *velutina* (24).
— *mut. deserens* 131.
— *mut. gigas* 129.
— *mut. rubrinervis* 131, 134.
— *Nanella* 134.
— *ochracea* 132, 133.
— *pratincola* 133.
— *Regnoldsii* 133.
— *rigens* (23).
— *rigens* × *velans* (24).
— *rigens* × *velans* × *Oenoth. muricata* ♂ (24).
— *rubens* (23, 24).
— *rubens* × *flavens* (24).
— *rubens* . *gaudens* (25).
— *rubrinervis* 130, 131, 132.
— *strigosa* (22).
— *suaveolens* (21, 23).
— *tetraptera* 241.
— *velans* (23, 25).
— *velans* × *curvans* (24, 25).
— *velans* . *gaudens* = *Lamarckiana* (25).
— *velans* . *velans* (25).
— „*Velutina*" 131, 132, 133, 134, 135.
— *velutina* = *albicans*. *velans* (25)
Oidium 136, 137
Oligostroma 252, 254, 629, 630
— *Angelicae* 253
— *Fraxini* 253
— *Heraclei* 253
— *maculaeforme* 630
— *Morthieri* 253
— *Podagrariae* 252
— *Proteae* 629
Omphalospora Himantia 253
— *melaena* 253.
— *Silenes* 254.
Onagraceen 235—238, 243.
Ononis elongata 182.
— *spinosa* 519.
Oocystaceae 173.
Oocystis 171, 543.
Oocystis Nägeli 684.
— *pelagica* 258.
Ophiognomonia 636.
— *procumbens* 637.
Orchideae 234.
Orthocera (subsect.) 737, 741.
Oscillatoria 537, 538.
— *rubescens* 683.
Otidia (sect.) 599.
Otthiella 249.
— *Aesculi* 249.
Ovatae (sect.) 599.
Ovularia caduca 358.
Oxysporum (subsect.) 738, 741.

Pachyrhytisma 420.
— *symmetricum* 422.
Pachystromaceae 247, 253
Paeonia 354.
Pallens (ses.) 738, 742.
Palmella 435.
Palmellaceen 683.
Palustria (sect.) 598.
Pandorina 543.
— *Morum* 258, 684.
Panicum 267.
Papilionaceen 703.
Papilionatae-Genisteae 175.
Papulaspora 357.
— *aspergilliformis* 357.
— *parasitica* 357.
— *sepedonioides* 357.
Paris 486.
— *chinensis* 487.
— *incompleta* 487.
— *japonica* 487.
— *quadrifolia* 476, 486.
— *quadrifolia* var. *obovata* 487.
— *tetraphylla* 487.
— *yunnanensis* 487.
Parmelia 470.
— *aspidota* 472.
— *subaurifera* 469, 470, 471, 472, 476.
Parmulineen 359.
Passalora 630, 631.
— *depressa* 631.
Pastinaca sativa 519.
Pediastrum 691.
— *Boryanum* 258, 554, 682, 685.

Pediastrum duplex 258.
— *Ehrenbergii* 682.
— *incisum* 685.
— *incisum* var. *rota* 685.
— *pertusum* 685.
— *pertusum* var. *clathratum* 685.
— *pertusum* var. *microporum* 685.
— *triangulum* 691.
— Var. *angustatum* 691.
— *triangulum* var. *latum* 685, 691, 695.
Pedilanthus tithymaloides 233.
Pedilospora episphaeria 358.
Pelargonium 72, 391, 397, 400, 599, 600, 602.
— *alchemilloides* 600.
— *althaeoides* 600.
— *anethifolium* 599.
— *angustissimum* 600.
— *appendiculatum* 599.
— *astragalifolium* 599.
— *bicolor* 599.
— *caffrum* 599.
— *capillare* 600.
— *cardiophyllum* 599.
— *carnosum* 599.
— *Endlicherianum* 599.
— *ferulaceum* 599.
— *glaucum* 600.
— *grossularioides* 600.
— *heterophyllum* 599.
— *hybridum* 600.
— *inquinans* 600.
— *longifolium* 599.
— *multibracteatum* 600.
— *myrrhifolium* 599.
— *oenotherae* 600.
— *peltatum* 600.
— *pinnatum* 599.
— *rapaceum* 599.
— *Rodneyanum* 599.
— *senecioides* 599.
— *spinosum* 600.
— *tricolor* 600.
— *zonale* 600.
Penicillium 139, 387.
— *variabile* 137, 138.
Penium 315.
Peperomia foliiflora 344.
— *Haenkeana* 344.
Peridinium 262, 553, 688.
— *bipes* 554.
— *cinctum* 544, 547, 553, 554, 685, 689.
— *Cunningtoni* var. *pseudoquadridens* 685, 688.
— *Elpatiewskyi* 685, 689.
— *Penardi* 685, 689.
— *polonicum* 685, 689.
— *quadridens* 688.
— *Westi* 258, 553.
— *Willei* 544, 553, 685, 689.
— *Willei* var. *geniculatum* 685, 689.
— *Willei* var. *lineatum* 544, 548, 553, 554.
— *spec. var. areolatum* 262.
Perisporiaceae 413, 416, 628.
Peristera (sect.) 600.
Peristomialis 249.
— *Berkeleyi* 249.
Peroneutypa 636.
— *corniculata* 637.
Peroneutypella 634.
Perrotia 250.
— *flammea* 250.
Pestalozzia truncata 248.
Peziza 422.
— *carneopallida* 251.
— *Chateri* 251.
— *constellatio* 250.
— *convexella* 250.
— *denigrans* 250.
— *laetissima* 250, 356.
— *Lonicera* 251.
— *pellita* 251.
— *petiolorum* 250.
— *Polytrichi* 250.
— *sphaeroides* var. *Lychnidis* 248.
Pezizales 416.
Pezizella 250.
Pezizellaster 250.
— *confusus* 250.
— *radiostriatus* 250.
— *similis* 250.
Phacidiaceen 251, 359, 416, 419
Phacidiales 249, 416, 417.
Phacidina 418.
— *gracilis* 422
Phacidiostroma 420
— *multivalve* 422.

Phacidiostromaceen 420.
Phacidiostromella 420, 422.
Phacidium 420, 421, 422.
— *lacerum* 422.
— *Piceae* 247.
Phaeophacidium 420.
— *Escalloniae* 422.
Phaeophomopsis Hederae 256.
Phaeophyceen 308—310, 371, 373, 376, 378, 380, 685.
Phaeosporeae 307—309, 557, 558, 560, 568, 575, 576, 577.
Phaeostroma 560.
Phajus 243.
— *grandifolius* 234.
Phalothrix 249.
Phanerocoryneum 251.
— *glomerulosum* 251.
Phaseolus 51, 54, 57, 64, 65, 292, 294, 397, 402.
— *multiflorus* 47, 48, 65, 152, 281, 291, 296, 297, 405.
— *vulgaris* 281, 390.
Philadelphus 407.
Philastrea (sect.) 80.
— *pauciflora* 80.
Phloeochora 252, 258, 630, 631.
— *Angelicae* 253.
— *Fraxini* 253.
— *Heraclei* 253.
— *Morthieri* 253.
— *Podagrariae* 253.
Phloeospora 253, 356, 630.
— *Equiseti* 356.
Phloeasporella maculans 356
Phlox multiflora 749.
Phlyctaena Malvacearum 354.
— *Ranunculacearum* 354.
Phlyctidium Heraclei 253.
Phoma 630, 636.
— *acuum* 351.
— *Capreae* 637.
— *compressa* 255.
— *eres* 255.
— *Frangulae* 255.
— *fructigena* 255.
— *Hederae* 256.
— *Malbranchei* 255.
— *oblonga* 255.
— *obtusula* :
Phoma opulifoliae 255.
— *pterophilum* 255.
— *Samarorum* 255.
— *semiimmersa* 255.
— *Sorbariae* 255.
— *Spiraeae* 255.
— *syngenesia* 255.
— *typhae* 252.
— *ulmigenum* 356.
— *uvicola* 628.
Phomopsis 249, 255, 256, 352, 354, 355, 356.
— *conorum* 255.
— *fibrosa* 353.
— *inclusa* 255.
— *occulta* 255.
— *platanoides* 252.
— *rudis* 254.
— *Samarorum* 255.
— *Serebrianikowii* 354.
— *syngenesia* 255
— *Thujae* 255
Phomopsella 255
Phomopsideae 355
Phragmites 257, 682.
— *communis* 519.
Phragmonaevia 250.
Phragmothyriella 417.
— *orbicularis* 422.
Phragmotrichum Chailletii 355
Phycomyces nitens (8, 9, 19).
Phyllachora 252, 628, 631.
— *Aegopodii* 252, 253.
— *Caricis* 254.
— *Heraclei* 253.
— *Morthieri* 253.
— *Podagrariae* 252.
Phyllachoracee 253.
Phyllachorella 628.
Phyllachorineae 254, 359, 629.
Phyllobotryeae 344, 345.
Phyllobotryum 346, 347.
— *spathulatum* 345.
— *Zenkeri* 345.
Phylloclinium 345.
— *paradoxum* 345.
Phyllonoma 344, 346, 347.
— *laticuspis* 344.
— *ruscifolia* 347.
Phyllosticta 630.

Phyllosticta Aegopodii 253.
— *drymeia* 248.
— *Heraclei* 253.
— *osteospora* 631.
— — *f. Fraxini* 631.
Phyllostictina 628.
Phytelios 170.
Piburgense-Form 260, 261, 266
Piburgense-Typus 546, 549.
Piggotia asteroidea 254.
Pigottia Fraxini 253.
Pilidium 353.
— *melanophaeum* 355.
Pinnularia 386.
— *viridis* 682.
Pinus 407.
— *austriaca* 249, 407.
— *montana* 407.
— *Strobus* 351.
Pirottaea 248.
Pirottaea veneta 248.
Pisum sativum 297.
Pithya 250.
Placodium saxicolum 473, 474, 476.
Placuntium 420.
— *Andromedae* 422.
Plagianthus humilis 80.
Plagiostoma 628, 636, 637.
— *Euphorbiae* 637.
Plagiostomella 635.
— *petiolicola* 637.
Plagiothecium undulatum 504.
Planctonema 684, 692, 693.
— *Lauterbornei* 685, 691, 692, 693, 695.
Plantago 460, 463.
— *lanceolata* 461.
— *major* 460, 462, 463.
— *maritima* 519, 521.
Plectophoma 630.
— *Juniperi* 254.
— *Umbelliferarum* 253.
Pleiostictis 417, 420, 421.
— *propolioides* 422.
Plenodomus 354.
Pleodothis 254.
Pleomassaria 252.
Pleomasseria Carpini 252.
Pleospora 252, 359, 632.
Pleuroceras 634, 636.
Pleuroceras Cryptoderis 637.
Pleurococcaceen 551.
Pleurococcus 473.
Plicaria mirabilis 250.
— *violacea* 250.
— *viridaria* 250.
Plowrightiella 254.
Plumosae (sect.) 598, 599.
Podostemaceen 235, 243.
Podostemon 235, 243.
Pogotrichum 557, 560, 561, 562, 565, 568, 575, 576, 577.
— *filiforme* 557, 559, 562, 564.
Polyactium (sect.) 599.
Polycardia 346.
— *aquifolium* 345.
— *Baroniana* 345.
— *centralis* 345.
— *Hildebrandtii* 345.
— *lateralis* 345, 347.
— *libera* 345.
— *phyllanthoides* 345
Polyclypeolum 417, 422.
Polycystis Flos-aquae 683, 684.
— ? *italica* 357.
— *marginalis* 684.
— *marginata* 683.
Polygonum amphibium 290.
Polyscytalum fecundissimum 357.
Polyscytalum sericeum 357.
Polysiphonia 213, 221, 224, 230.
Polyspermum (subsect). 241.
Polystomella 422.
Polystomellaceen 412.
Pomaceen 249, 352.
Populus 353, 354.
Porphyra 376, 377, 456.
— *hiemalis* 372, 373, 376, 378, 379, 382.
— *laciniata* 380.
Porphyridium 457, 458, 459.
— *cruentum* 454, 455, 456, 458, 459.
Potamogeton 681, 682.
— *lucens* 257.
— *nitens* 681.
— *pusillus* 257.
Potentilla anserina 519, 521.
— *reptans* 519.
Prasiola crispa ? 455.
Primula officinalis 240.

Primulaceen 236.
Protococcaceen 683.
Prunus 249, 353.
— *Cerasus* 354.
— *Padus* 352.
Pseudomartiella (sect.) 739, 742.
Pseudopeziza 248.
Pseudopezizeen 248.
Pseudophacidiella microsperma 356.
Pseudophacidium 358, 419, 422.
— *Ledi* 422.
Pseudophomopsis betulina 355.
Pseudosphaeriaceen 631.
Pseudotetraëdron 173, 174, 175.
Pseudotrochila 419.
— *Rhododendri* 422.
Pseudoturraea 79.
Pseudovalsa 252.
Pseudovalsella thelebola 249.
Pteris 358, 388, 399.
— *serrulata* 399.
Punctariaceen 558.
Pylaiella 300, 307.
— *litoralis* 372, 373, 376, 378, 379, 382, 565.
Pyrenaica (sect.) 598.
Pyrenochaeta Aesculi 249.
Pyrenopeziza 248, 251.
— *Agrostemmatis* 248.
Pyrenopezizeen 248. 358.
Pyrenopezizopsis Noppeneyana 251.
Pyronema 334.

Quaternaria rufescens 353.
Quercus 252.

Rabenhorstia rudis 254.
Radiobakter 437, 438, 441, 447, 451.
Rafflesia 508, 510.
Rafflesiaceen 86, 505, 508, 509, 514.
Ramularia Circaeae 358.
— *Vossiana* 357.
Ranunculus aquatilis 519.
— *lingua* 380.
Reflexa (sect.) 597.
Rehmiella 636.
— *alpina* 637.
Rhabdoderma 550.
— *lineare* 549, 551.
Rhabdogloea 550, 551, 552
— *ellipsoidea* 544, 549, 550, 551, 555.
Rhabdospora detospora 356.
— *Equiseti* 356
— *Kochiae* 254.
— *notha* 355.
— *Preußii* 255.
Rhabdostromellina Ruborum 358.
Rhabdothyrella microscopica 247.
Rhabdoweisia fugax 492, 504
Rhamnus 197, 199, 353, 354.
— *carniolica* 197, 198, 199, 200.
— *cathartica* 196, 197, 198, 199, 200.
— *frangula* 196, 199, 200.
— *Purshiana* 197, 199, 200.
Rheum 191, 193, 197, 199, 200, 201, 203.
Rhizocarpum coniopsoideum 464.
— *geographicum* 464.
Rhizophoraceae 527.
Rhizosolenia 258, 543.
— *longiseta* 684, 689.
Rhodochortum membranaceum 561.
Rhodocistus (sect.). 94, 98.
Rhodomela 213, 230.
— *virgata* 221, 224.
Rhodophycaceae 224.
Rhodymenia palmata 380.
Rhoeo discolor 707.
Rhoicosphenia curvata 682.
Rhus 353.
Rhyncholacis 235.
Rhytisma 418, 420, 421, 422.
— *acerinum* 422.
Riccia 682.
Richteriella 684.
— *botryoides* 258.
Ricinus 603, 610.
— *communis* 281, 289, 603—605, 607, 609, 610.
Rivularia angulosa 694.
Robertiana (sect.) 597.
Robinia 677.
Robustum-Form 260, 266.
Robustum-Typus 545, 549.
Rosa (53).
Roseum (sect.) 733, 739, 743, 744.
Rotkraut 390.
Rubus 249, 353 (42, 53, 54).
— *biflorus* 289.

Rumex 196.
— *crispus* 519.
Rutaceae 346.
Rutstroemia firma 250.

Saccharomyces 137, 748.
— *cerevisiae* 387.
Saccharomyceten 746.
Saccorhiza 568, 569, 571, 572.
— *bulbosa* 310, 566, 568, 578.
Salicornia 518.
— *herbacea* 521, 523.
Salix 251, 352, 353, 357, 678 (53, 54, 56).
— *caprea* 105.
Salpingoeca 264.
— *frequentissima* 263, 264.
Salvia pratensis 746.
— *verticillata* 746.
Sambucus 407.
— *nigra* 745.
Samolus Valerandi 519, 521, 522.
Sanguinea (sect.) 598.
Sapindaceae 340.
Sarcocaulon 599.
— *Burmannii* 599, 600
— *Patersonii* 599, 600
Sarcoscypha 250
— *Polytrichi* 250
Saubinetii (sect.) 737, 743, 744.
Scapania umbrosa 504
Scaphospora 300, 301, 302, 303, 304, 307
— *speciosa* 300, 301.
Scenedesmus 171, 258, 543.
— *acuminatus* 684.
— *antennatus* var. *tetradesmiformis* 691
Scenedesmus bijugatus 684.
— *quadricauda* 684.
Schenckiella 701.
Schistostega osmundacea 504.
Schizomycetae 684.
Schizophyceae 258, 544, 550, 684, 693.
Schizophyten 423.
Schizothyrieen 417.
Schizothyrioma 359, 416, 418.
— *Ptarmicae* 422.
Schizothyrium 359, 417, 422.
— *acerinum* 359, 422.
— *Gaultheriae* 359.
— *Ptarmicae* 359.
— *reticulatum* 359.
Schizoxylon ephedrae 358.
Scinaia 155, 161, 213, 214, 216, 217 227
— *furcellata* 164, 212, 221, 224, 578
Scirpus 682.
— *maritimus* 519, 522.
— *Tabernaemontani* 519, 522.
Scirrhineen 358.
Scleroderris pinastri 248.
— *seriata* 248.
Sclerophoma Sambuci 355.
Sclerotiopsis piceana 351.
Scoptria 634, 636.
— *isariphora* 637.
Scotticum-Form 260, 266.
Scotticum-Typus 545, 549.
Scrophulariaceen 236.
Scutellum javanicum 701.
Scytonema Hoffmanni 537.
Sedum acre 583.
Sempervivum 587.
Sepedonium 357.
Septochora samaricola 254.
Septogloeum 356, 631.
— *Equiseti* 356.
Septomazzantia 633.
Septoria 356, 630, 631.
— *caricinella* 254.
— *detospora* 356.
— *Equiseti* 356.
— *Fraxini* 630, 631.
— *Oxyacanthae* 630.
— *Podagrariae* 631.
— *Ulmi* 630.
— *Weissii* 358.
Septoriella 254.
Seynesia 412.
— *Juniperi* 251.
Sibbaldia procumbens 460.
Sibirica (sect.) 598.
Simensia (sect.) 598.
Sinapis 275, 278, 279, 280, 284.
— *alba* 268, 269, 280, 284.
Siphocampylus 360, 362, 368.
— *bicolor* 360.

Siphocampylus lanceolatus 368.
Sirodotia 164, 233.
Sirostroma Fraxini 355.
Sium 380.
Solidago canadensis 190.
Sommerlinde 407.
Sophora 114, 115.
— *japonica* 106, 116, 117.
— *japonica pendula* 108.
Sorbus 114, 115.
— *Aria* 249.
— *ancuparia* 105, 106, 249.
— *aucuparia pendula* 113.
Sorghum 274, 275, 276, 281.
— *vulgare* 270.
Spathicarpa 346.
Spathiphyllum platyspatha 347.
Spelzweizen 727.
Spergularia salina 518.
Sphacelaria 299, 303.
Sphacelariaceen 302, 306, 307.
Sphacella 306.
Sphaerella 627, 628—630.
— *Aegopodii* 252.
— *Eryngii* 253.
— *Eryngii b. Libanotis* 253.
— *Fraxini* 254.
— *Fuckeli* 248.
Sphaerelloideen 633.
Sphaeria 253, 421, 637, 638.
— *Aegopodii β.* 252.
— *Cicutae* 253.
— *depazeaeformis* 627.
— *Gnomon* 637.
— *platanoides* 252.
— *Podagrariae* 252.
— *rudis* 254.
— *strobiligena* 254.
— *triforulosa* 248.
— *typhicola* 252.
— *virgultorum* 249.
Sphaeriaceae 628, 630—632.
Sphaerocista Betulae 248.
Spaerocystis Schröteri 258, 544, 545, 684.
Sphaerognomonia 634.
— *carpinea* 638.
Sphaeropezia 417, 420.
— *alpina* 422.
Sphaeropsis 38, 39.
Sphaeropsis longipes 254.
— *Mori* 254.
— *nervisequa* 39.
— *Ulmi* 39.
Sphaerotilus 695.
— *natans* 695.
Sphaerulina 627.
Sphenolobus Michauxii 504.
Spicaria colorans 741.
Spicarioides (subsect.) 737, 741.
Spirogyra 387, 709, 710, 721.
Sporomega 421.
— *degenerans* 422.
Sporotrichiella (sect.) 733.
Stagonospora allantella 355.
Stamnaria Equiseti 250, 356.
Staurastrum cuspidatum 684.
— *cuspidatum* var. *longispinum* 544, 548, 555.
— *mucronatum* 544, 548.
— *paradoxum* 258, 262, 684, 689.
— *paradoxum* var. *longipes* 684, 689.
— *pelagicum* 262.
— *planctonicum* 258.
Stegothyrium denudans 700.
Stephanocarpus (sect.) 87, 98.
Stephanodiscus 543.
— *Astraea* 684, 689.
Stephanoma italicum 357.
— *Negeri* 357.
Stephanopodium 343.
Stereolachnea Echinus 250.
Stichococcus 693.
Stictochorella 252, 253, 254, 630, 631.
— *Aegopodii* 253, 631.
— *Angelicae* 253.
— *Fraxini* 253, 631.
— *Heraclei* 253.
— *Umbelliferarum* 253.
Stictyosiphon 558.
Stigmatea 628.
— *conferta* 628.
— *maculaeformis* 628.
Stilbella olivacea 358.
Stockamurache 29.
Stockmauroche 29.
Stockmorchel 29.
Stratiotes 257, 380, 682.
Streblonema 564.
Streptocarpus Wendlandii 344.

Streptococcus Güntheri 436.
Striata (sect.) 598.
Stropharia caput Medusae 247.
Suaeda 518.
— *maritima* 523.
Subacaulia (sect.) 597, 601, 602.
Subiculum 359.
Succisa pratensis 189.
Swietenia 74.
Sylvatica (sect.) 597, 600—602.
Symplocus 420.
Synapsis 243.
Synedra 386.
— *acus* 519.
— *actinastroides* 684.
— *delicatissima* 258, 544, 545, 684, 689.
Synnematomycetes 357.
Synura 543, 684.
Systremma Ulmi 254.

Tabellaria fenestrata 548, 682.
— *fenestrata* var. *asterionelloides* 544, 684.
— *flocculosa* 544, 548.
Tanacetum indicum 620.
Tapioca 655.
Tapura 343.
— *capitulifera* 343.
Taraxacum palustre 519.
Taxus 408.
— *baccata* 407.
Terebinthaceen 245.
Tetradontium Brownianum 504.
Tetraedron limneticum 685.
— *limneticum* var. *simplex* 685, 695.
Tetragonolobus siliquosus 519, 521.
Tetraspora lacustris 684.
Tetrastaga 634.
Teucrium Botrys 582.
— *Chamaedrys* 582.
Thamnium alopecurum 504.
Therrya 417, 421.
— *Pini* 422.
Thrausmatopeltineen 359.
Thrincia hirta 519, 521.
Thuja occidentalis 407.
Thymus 98.
Thyridaria rubronotata 356.
Thyriopsis 416, 418.
— *halepensis* 359, 422.
Thyrostroma Salicis 357.
Tibouchina holosericea 242, 246.
Tilia 343.
Tilletia 8.
Tilopteridales 308, 309.
Tilopterideen 298, 306—308.
Tilopteris 303, 304, 306, 307.
— *globosa* 304.
— *Mertensii* 303, 307.
Titaeospora 356.
— *detospora* 356.
Torsellia Rhois 353.
Torula sanguinea 447.
Trabutineae 253, 358.
Trachelomonas volvocinea 684.
Tradescantia 389, 395, 397, 399, 402, 722.
— *elongata* 715.
— *guianensis* 713, 715.
Traillieila 373, 375, 382, 383.
— *intricata* 371—373, 375, 378, 379, 382.
Trapa 235, 236, 242, 243.
— *natans* 166, 168.
Tribonema 683.
— *depauperata* 685, 691.
Trichilia 81.
Tricholoma gambosum 34.
Trichothyriaceen 411, 413, 414, 416
Trichothyriella quercigena 415.
Trichothyrium 413, 414, 415.
— *asterophorum* 415.
— *epimyces* 412.
Trichothyriaceen 699.
Trifolium fragiferum 521, 522.
Triglochin maritima 518, 519, 521, 522, 523.
— *palustris* 519, 523.
Trillium 486.
Triticum 275, 278.
— *compactum* 727.
— — *globiforme* 731.
— — *muticum* 731.
— *dicoccum* 729.
— *monococcum* 726.
— — *Hornemanni* 727.
— — var. *monather* 727.
— *Spelta* 726, 728.

Triticum vulgare 727, 728.
— — *antiquorum* 731.
Tropaeolum 47, 64, 589, 590, 671, 675, 678, 754.
— *majus* 588, 589, 658, 661, 668, 669, 671, 675, 705.
Tuberosa (sect.) 597.
Tulipa Gesneriana 395.
Tupelo 529.
Turnera 343.
Turraea 74, 75, 76.
— *heterophylla* 81.
— *humilis* 75, 80.
— *lobata* 81.
— *membranacea* 76.
— *obtusifolia* 82.
— *palawanensis* 75.
— *pinnata* 78, 79.
— *pubescens* 76.
— *pumila* 75, 79, 80.
— *tubulifera* 76.
— *Zollingeri* 80.
Turraeeae 74, 75.
Tympanis saligna 248.
Typha 682.
— *angustifolia* 519.

Ulmus 252, 255, 332, 354, 460.
— *campestris* 39.
— *fulva* 39.
— *montana* 37, 39, 105.
Ulothrix 388, 397.
— *limnetica* 692.
Umbellatae (sect.) 599.
Undaria undarioides 571.
Unguicularia 249.
— *raripila* 248.
Unguiculata (sect.) 597, 600, 601, 602.
Urnula 250.
— *melastoma* 250.
Urocystis 8.
— *italica* 357.
Uroglena 684.
Urospora 634.
Urosporella 634.
Ustilago 4, 17.
— *avenae* 17.
— *hordei nuda* 19.
Ustilago nuda, 4, 5, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 19.
— *tritici* 5, 7, 8, 9, 16, 17, 18, 19.*

Vaccaria 274, 275, 276, 278, 279, 280, 284.
— *parviflora* 269, 280, 284.
Vallisneria 400.
Valsa 252, 351—354, 637
— *Abietis* 351
— *ambiens* 351—354, 638.
— *amphibola* 353.
— *Auerswaldii f. Ulmi* 354.
— *ceratophora* 352.
— *cincta f Ulmi* 354.
— *cornicola* 352.
— *coronata* 352.
— *Curreyi* 351.
— *decumbens* 351.
— *fallax* 352.
— *Friesii* 351.
— *Kunzei* 351.
— *operta* 353.
— *Pini* 351.
— *populina* 353.
— *Pseudoplatani* 351.
— *rufescens* 353.
— *strobiligena* 351.
— *subseriata* 352.
— *superficialis* 351.
— *Welwitschii* 354.
Valseae 353, 634, 636.
Valsella 353, 637.
— *Laschii* 352.
— *nigro-annulata* 353.
— *Salicis* 638.
Valsonectria Spegazzini 634.
Vaucheria 588 (58).
Ventricosum (sect.) 739.
Venturia 630.
— *Epilobii* 252.
— *inaequalis* 358.
— *maculaeformis* 252.
Veronica 611, 613, 614.
— *agrestis* (27, 54, 56).
— *beccabunga* 380.
— *gentianoides* 611.
— *longifolia* 613.
— *syriaca* 611, 612, 613, 614, 619.

Veronica Tournefortii 616.
Vestergreenia umbellata 354.
Vialaea 633, 636.
— *insculpta* 638.
Vicia 400.
— *Faba* 281, 282, 297, 390.
Viola 397, 398, 399, 400.
— *tricolor* var. *arvensis* 169.
— *tricolor maxima* 394.
Viscum 209.
— *album* 205, 209, 211.
Vitis vinifera 678.
Viviania 600.
— *elegans* 600.
Vizella 418.
— *conferta* 247, 422.
Volvox 684.
— *aureus* 673.
— *globator* 673.
— *tertius* 673.
Vorticella nebulifera 263, 264.
„Wasserblüte" 257.
Webera, 493, 494, 495, 497, 498, 499, 502, 503.
— *nutans* 490—492, 496, 497, 499, 502, 503, 505.
Weide 332.
Weizen — *Gibberella* 744.
Wiesenstorchschnabel 591.
Winteria 638.

Winterina 632, 635.
— *tuberculifera* 638.
Winterlinde 407.

Xyloma 419, 421, 422, 637.
Xylopezia 417, 420, 421.
— *hemisphaerica* 422.

Zanardinia 308, 310.
Zea 744.
Zea Mays 389.
Zoochlorella 455.

Tiernamen.

Bosminen 264.
Bythotrephes longimanus 257.
Crustaceen 264.
Cyclops 264.
Daphnia longispina var. cristata 257.
Daphniden 264.
Diaptomus 264.
Dreissena polymorpha 257.
Drosophila 130.
Kolibris 362.
Melamphaës 336.
Nauplius 264.
Polyanthra platyptera 264.
Sinodendron pusillum 191.
Sphingiden 362.
Trichilidae 362.

Mitgliederliste.

(Abgeschlossen am 30. September 1918.)

Ehrenpräsident.

Schwendener, Dr. **S.,** Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin W 10**, Matthäikirchstraße 28.

Ehrenmitglieder.

Bower, F. O., Professor der Botanik an der Universität in **Glasgow,** 1. Hillhead, St. Johns Terrace. Erwählt am 12. September 1907.

Famincyn, A., emer. Professor der Botanik, Mitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in **St. Petersburg,** Wassilij Ostrow, 7te Linie 2. Erwählt am 1. Dezember 1903.

Nathorst, Dr. **Alfred G.,** Professor und Direktor des Phytopaläontologischen Museums, Mitglied der Kgl. Schwed. Akademie der Wissenschaften in **Vetenskapsakademien,** Schweden. Erwählt am 12. September 1907.

Nawashin, Dr. **S.,** Professor der Botanik in **Swjatoschino,** Gouv. Kiew. Erwählt am 12. September 1907.

Prain, Dr. **David,** Direktor der Botanischen Gärten in **Kew** bei London. Erwählt am 12. September 1907.

Thaxter, Dr. **Roland,** Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge,** Mass. (U. S. A.), 7 Scott-Str. Erwählt am 12. September 1907.

de Vries, Dr. **Hugo,** Professor der Botanik an der Universität Amsterdam in **Lunteren,** de Boeckhorst (Holland). Erwählt am 24. September 1891.

Warming, Dr. **Eug.,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Museums, Mitglied der Königl. Akademie der Wissenschaften in **Kopenhagen-Valby,** Bjerregaardsvej 5. Erwählt am 24. September 1891.

Winogradsky, Dr. **Sergius,** in **St. Petersburg,** Kaiserl. Institut für experimentelle Medizin. Erwählt am 12. September 1907.

Korrespondierende Mitglieder.

Andersson, Dr. **Gunnar**, Professor in **Djursholm** bei Stockholm.

Balfour, J. Bailey, Professor der Botanik an der Universität in **Edinburg.**

Beccari, Odoardo, vordem Direktor des Botanischen Gartens und Botanischen Museums in Florenz, z. Z. in **Baudino** bei Florenz, Villa Beccari.

Beijerinck, Dr. **M. W.**, Professor *am Polytechnikum in* ***Delft*** *(Holland).*

Bonnier, Dr. **Gaston**, Mitglied des Institut de France, Professor der Botanik an der Universität in **Paris**, Rue d'Estrapade 15.

Briquet, Dr. **John**, Direktor des Botanischen Gartens in **Genf.**

Brotherus, Dr. ***Viktor Ferdinand,*** Professor in **Helsingfors.**

de Candolle, Casimir, in **Genf.**

Cavara, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Neapel.**

Chodat, Dr. **Robert**, Professor der Botanik an der Universität in **Genf.**

Christ, Dr. **Hermann**, Oberlandesgerichtsrat in **Riehen** bei Basel, Burgstraße *110.*

Darwin, Francis, M. B., F. R. S., F. L. S., in **Cambridge** (England), 13 Madingley Road.

Elfving, Dr. **Fredrik**, Professor an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Helsingfors.**

Farlow, Dr. **W. G.**, Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.).

Flahault, Dr. **Charles**, *Professor an der Universität, Direktor des* Botanischen Instituts in **Montpellier.**

Guignard, Dr. **Léon**, Professor der Botanik an der École supérieure de pharmacie, Mitglied des Institut de France, in **Paris**, I rue des Feuillantines.

Harper, R. A., Professor an der Columbia-Universität in **New York** (U. S. A.).

Hemsley, W. B., F. R. S., F. L. S. in **Kew** bei London.

Henriques, Dr. **J. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Coimbra** (Portugal).

Ikeno, Dr. **S.**, Professor an der Universität in **Tokio.**

Johannsen, Dr. **W.**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Kopenhagen.**

v. Lagerheim, Dr. **G.**, Mitglied der Kgl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Stockholm.**

Lecomte, *Dr., Professor in* ***Paris.***

Mangin, Dr., Professor in **Paris.**
Massart, Dr. **J.**, Professor an der Universität in **Brüssel.**
Matsumura, Dr. **J.**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Tokio.**
Miyoshi, Dr. **Manabu**, Professor an der Universität in **Tokio.**
Oliver, **F. W.**, Professor der Botanik am University College in London 1 the Vale, **Chelsea** bei London SW.
Palladin, Dr. ***Wl. J.***, *Professor an der Universität in* **St. Petersburg.**
Penzig, Dr. **Otto**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Genua.**
Reiche, Dr. **Karl**, Professor der Botanik an der Universität Mexico (Escuela de Altos Estudios) und Sektionschef am Instituto Médico Nacional in **Mexico**, D. F. Apartado 656.
Ridley, **H. N.**, M. A., Direktor des Botanischen Gartens in **Singapore.**
Robinson, Dr. **B. L.**, Professor an der Universität und Kurator des Gray-Herbariums in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.).
Saccardo, Dr. **P. A.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Universität in **Padua.**
Scott, Dr. **D. H.**, in **East Oakley House**, Oakley, Hants (England).
Seward, **A. C.**, Professor in **Cambridge**, Huntingdon Road (England).
Stapf, Dr. **Otto**, Keeper of Herbarium and Library in **Kew** bei London.
Trelease, **William**, Professor an der University of Illinois in **Urbana** (Illinois U. S. A.)
Went, Dr. **F. C.**, Professor der Botanik in **Utrecht** (Holland).
Wildeman, *Dr.* ***Em. de***, *Professor in* **Brüssel.**
Wille, Dr. **J. N. F.**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Kristiania.**
Willis, **John Chr.**, M. A., Direktor des Botanischen Gartens in **Rio de Janeiro.**

Mitglieder.

Åkermann, Dr. **Åke**, in **Svalöf** (Schweden)
Abromeit, Dr. **Johannes**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am Botan. Garten in **Königsberg i. Pr.**, Goltzallee 28a.
Allen, Dr. **Charles E.**, Professor der Botanik an der University of Wisconsin in **Madison**, **Wis.** (U. S. A.), 2014 Chamberlin Avenue.
Anders, **Gustav**, Lehrer in **Charlottenburg**, Königin-Elisabeth-Str. 50.
Anderson, Dr. **Alexander P.**, 5558 Everett Avenue, American Cereal Co., in **Chicago**, Ill. (U. S. A.).

Andres, Heinrich, Lehrer in **Bonn**, Argelanderstr. 124 (z. Zt. Adr.: **Bergisch-Gladbach** bei Cöln, Gasstr. 19.)

Andrews, Dr. **Frank Marion**, Associate Professor of Botany an der Indiana University in **Bloomington**, Indiana (U. S. A.), 901 East 10th Street.

Appel, Dr. **Otto**, Geh. Regierungsrat, Mitglied der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**.

Arnoldi, Dr. **Wladimir**, Professor der Botanik an der Universität in **Charkow**, Botanischer Universitätsgarten, Klotschkowskaja 52.

Artari, Dr. **A.**, Privatdozent in **Moskau**. Botan. Laborator. d. Kaiserl. Techn. Hochschule.

Arthur, J. C., Professor der Botanik an der Purdue University in **Lafayette**, Indiana (U. S. A.).

Baccarini, Dr. **Pasquale**, Professor nnd Direktor des Reale Orto botanico in **Florenz**, Via Lamarmora Nr. 6 bis.

Bachmann, Dr. **E.**, Studienrat. Professor, Konrektor a. D. in **Radebeul** *bei Dresden, Moltkestr. 24.*

Bachmann, Dr. **Hans**, Professor in **Luzern**, Brambergstr. 5a.

Baesecke, Dr. **P.**, Apotheker in **Braunschweig**, Eiermarkt 1.

Ball, Dr. **O. Melville**, Professor der Biologie in **College Station**, Texas (U. S. A.).

Bally, Dr. **Walter**, Privatdozent der Botanik in **Basel**, Holbeinstr. 91.

Bartke, **R.**, Professor an der Städtischen Realschule in **Kottbus**, Turnstr. 7, pt.

Baumgärtel, Dr. **Otto**, *in* **Böhmisch-Leipa**, *Gymnasium.*

Baur, Dr. **Erwin**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftlichen *Hochschule* Berlin, *Institut* für Vererbungsforschung in **Potsdam**, Saarmünder Landstraße. Wohnung: Potsdam, *Jägerallee 16.*

Beck, Dr. **Günther, Ritter von Mannagetta und Lerchenau**, Professor *der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Instituts* der Deutschen Universität in **Prag II**, Weinberggasse 3a.

Beck, Olga, in **Wien XIX**, Hartäckerstr. 26.

Becker, H., Dr. med., in **Grahamstown** (Südafrika), Die Duveneck.

Behrens, Dr. **Joh.**, Geh. Oberregierungsrat, Professor, Direktor der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**.

Benecke, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität, Direktor *des Botanischen Instituts in* **Münster i. W.**

Berthold, Dr. **G.,** Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts in **Göttingen.**

Bessey, Dr. **Ernst A.,** B. Sc., M. A., Professor der Botanik am Michigan Agricultural College in **East Lansing,** Michigan (U. S. A.).

Beyer, R., Professor, Oberlehrer in **Berlin W,** Lessingstr. 5.

Bitter, Dr. **Georg,** Professor, Direktor des Botanischen Gartens in **Bremen,** Hamburger Str. 255.

Blochwitz, Adalbert, Oberlehrer a. D. in **Berlin N,** Botanisches Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule, Invalidenstr. 42.

Boas, Dr. **Friedrich,** Dozent für Botanik an der K. Bayr. Akademie in **Weihenstephan.**

Bode, Dr., Assistent am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin N, Seestr. 61, in **Hermsdorf** bei Berlin.

Bœrgesen, Dr. **Fr.,** Bibliothekar am Botanischen Museum in **Kopenhagen,** Rosenvangets Hovedvij 19.

Bogen, Alfred, Lehrer in **Berlin NO,** Elbinger Str. 17.

Boresch, Dr. **Karl,** Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag II,** Weinberggasse 3a.

Borowikoff, G. A., Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Odessa, z. Z. Pflanzenphysiologisches Institut der Böhmischen Universität in **Prag.**

Borzi, A., Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität in **Palermo.**

Brand, Dr. **Friedrich,** in **München,** Liebigstr. 3.

Bredemann, Dr. **G.,** Landwirtschaftlicher Sachverständiger beim *Kaiserl. Gouvernement, Leiter des landwirtschaftlichen* Laboratoriums in **Rabaul,** Deutsch-Neuguinea.

Bremekamp, Dr. **C. E. B.,** Lehrer an der Nederlandsch Indische Artsenschool in **Soerabaya** (Java).

Brendel, R., Fabrikant botanischer Modelle in **Berlin-Grunewald,** Bismarckallee 37.

Brenner, Dr. **W.,** in **Basel,** Grenzacher Str. 71.

Brick, Dr. **C.,** Professor, Assistent am Botanischen Museum, Leiter der Station für Pflanzenschutz in **Hamburg V,** St. Georgs-Kirchhof 6, I.

Briosi, Dr. **Giovanni,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Laboratorio crittogamico in **Pavia** (Italien).

Broili, Dr. **Joseph,** Regierungsrat, Mitglied der Kais. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem in **Berlin-Steglitz,** Grunewaldstr. 4 II.

Brunnkow, Reinhardt, in **Stettin.**

Bubák, Dr. **Franz**, Professor der Botanik und der Pflanzenkrankheiten an der Landwirtschaftlichen Akademie in **Tábor** (Böhmen).

Bucherer, *Dr.* ***Emil***, *in* ***Basel***, *Jurastr. 54.*

Buchwald, Dr. **Johannes**, Professor, Wissenschaftlicher Direktor der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in **Berlin NW 23**, Klopstockstr. 49.

Buder, Dr. **Johannes**, Professor an der Universität in **Leipzig**, Botanisches Institut, Linnéstr. 1.

Bücher, Dr. **Hermann**, Versuchsanstalt für Landeskultur in **Victoria** (Kamerun), z. Z. in **Berlin-Steglitz**, Grunewaldstr. 6.

v. Büren, Dr. **Günther**, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Bern**, Freiburgstr. 11.

Burchard, Dr. **O.**, in **Puerto de Orotava**, Teneriffa, Kanarische Inseln La Paz. Adr. für Paketsendungen: Kais. Deutsches Konsulat, Santa Cruz de Tenerife, Canarias, via Hamburg p. Wörmann-Linie.

Burgeff, Dr. **Hans**, in **Geisenheim a. Rh.**

Burgerstein, Dr. **Alfred**, k. k. Regierungsrat, a. o. Professor an der Universität in **Wien II/1**, Karmeliterplatz 5.

Burret, Dr., Assistent am Botanischen Institut der Landwirtschaft*lichen Hochschule in* ***Charlottenburg***, *Sybelstr.* 5.

Buscalioni, Dr. **Luigi**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Catania** (Sizilien).

Büsgen, Dr. **M.**, Profe*ssor der Botanik an der Forstakademie in* **Hann.-Münden**, Bismarckstr. 3.

Busse, Dr. **Walter**, Geh. Ob.-Reg.-Rat, Vortragender Rat im Reichs*kolonialamt, in* ***Berlin-Wilmersdorf***, *Hildegardstr.* 2.

Campbell, Dr. **Douglas H.**, Professor der Botanik an der Stanford University in **Palo Alto**, Kalifornien (U. S. A.).

Cavara, Dr., **Fridiano**, Professor der Botanik und Direktor des Reale Orto botanico in **Neapel**.

Chamberlain, Dr. **Charles**, Associate Professor of Botany, in **Chicago**, Ill. (U. S. A.), University, Dpt. of Botany.

Chodat, Dr. **R.**, Professor der Botanik an der Universität in **Genf**.

Christensen, **Carl**, mag. scient. in **Kopenhagen**, Skaanesgade 6.

Claußen, Dr. **Peter**, Professor, Privatdozent an der Universität Berlin, in **Berlin-Steglitz**, Rothenburgstr. 41, III.

Conwentz, Dr. **H.**, Geh. Regierungsrat, Professor, Leiter der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen, in **Berlin W 57**, Elßholzstr. 13, II.

Correns, Dr. **Carl E.**, Geh. Regierungsrat, o. Hon.-Professor der Botanik a. d. Universität, Mitglied der Akademie der Wissen-

schaften, 1. Direkt. d. Kaiser-Wilhelm-Instituts f. Biologie in **Berlin-Dahlem.**

Cuboni, Dr., Professor, Direktor der Stazione di Patologia vegetale in **Rom,** Via St. Susanna.

Czapek, Dr. **Friedrich,** Professor der Botanik an der k. k. Deutschen Universität in **Prag II,** Pflanzenphysiologisches Institut der Universität, Weinberggasse 3a.

Dalmer, Dr. **Moritz,** Gymnasialoberlehrer in **Tannenfeld** bei Nöbdenitz (Sachsen-Altenburg).

Darbishire, Dr. **O. V.,** in **Bristol,** Universität.

v. Degen, Dr. **Arpad,** Direktor der Samenkontrollstation in **Budapest II,** Kis-Rokus-Gasse 15.

Dengler, Dr., Kgl. Oberförster in **Reinhausen,** Kr. Göttingen, Oberförsterei.

Dennert, Dr. **E.,** Professor, wissenschaftlicher Direktor des Keplerbundes in **Godesberg a. Rhein,** Römerstr. 23.

Derschau, Dr. **Max von,** in **Auerbach** an der Bergstraße (Hessen).

Detmer, Dr. **W.,** Professor der Botanik an der Universität in **Jena,** Sonnenbergstr. 1a.

Diels, Dr. **L.,** Professor der Botanik a. d. Universität Berlin in **Berlin-Dahlem,** Botan. Museum.

Dietel, Dr. **P.,** Professor, Oberlehrer in **Zwickau,** Carolastr. 21.

Dingler, Dr. **Hermann,** Professor der Botanik in **Aschaffenburg** (Bayern), Grünewaldstr. 15.

Dittrich, Dr. **Gustav,** Professor, Gymnasialoberlehrer in **Breslau XVI,** Uferzeile 14.

Docters van Leeuwen, Dr. **W.,** in **Samarang** (Java).

Dörries, Dr. **Wilhelm,** Oberlehrer an der Oberrealschule in **Zehlendorf** bei Berlin, Gertraudstr. 10.

Dohrn, Dr. **Reinhard,** Direktor der Zoologischen Station in **Neapel.**

Doposcheg-Uhlár, Dr. **J.,** k. u. k. Major in **Partenkirchen,** Haus Silberacker.

Drude, Dr. **Oskar,** Geh. Rat, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens in **Dresden,** Botanischer Garten.

Duggar, Dr. **Benjamin M.,** Professor der Pflanzenphysiologie am Missouri Botanical Garden in **St. Louis,** Miss. (U. S. A.).

Dunzinger, Dr. **Gustav,** Assistent am Botanischen Institut der Technischen Hochschule in **München,** Neureutherstr. 25 IV.

Du Rietz, Einar, Assistent am Pflanzenbiologischen Institut der Universität in **Upsala.**

Dusén, Dr. **P.**, in **Kantorp** in Schweden.

Duysen, Dr. **Franz**, Dozent an der Kgl. Landwirtschaftl. Hochschule in **Berlin NW 23**, Altonaer Str. 10.

Engler, Dr. **A.**, Geheimer Oberregierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und Museums, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Dahlem.**

Engler, Dr. **V.**, in **Breslau,** Botan. Institut d. Universität.

Ernst, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik und Direktor des Instituts für allgemeine Botanik (Biologiegebäude der Universität, Künstlergasse 16, Zürich I) in **Zürich VI**, Frohburgstraße 70.

Esser, P. **HJ.** (S. V. D.), Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen in **St. Gabriel** bei Mödling-Wien.

Esser, Dr. **P.**, Direktor des Botanischen Gartens in **Cöln a. Rh.**

Ewert, Dr., **R.**, Professor, Lehrer der Botanik und Leiter der botanischen Abteilung der Versuchsstation des Pomologischen Instituts in **Proskau** (Oberschlesien).

Faber, Dr. **F. C. von**, Vorsteher der Botanischen Laboratorien s' Lands Plantentuin in **Buitenzorg** (Java).

Falck, Dr. **Richard**, Professor an der Kgl. Forstakademie und Leiter des Mykologischen Instituts derselben in **Hann.-Münden.**

Falkenberg, Dr. **Paul**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens und des Botanischen Instituts in **Rostock i. M.**

Farenholtz, *Dr.* ***H.***, *in* ***Münster i. W.***, *Weselerstr. 22 I.*

Farlow, Dr. **W. G.**, Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.), Quincy Street 24.

Farmer, **J. B.**, M. A., Professor der Botanik in **London W**, South Park, Gerrards Cross, Bucks.

Fedde, Dr. **Friedrich**, Professor, Oberlehrer, Herausgeber von Justs Botanischem Jahresberichte und des Repertorium specierum novarum, in **Berlin-Dahlem**, Post Berlin-Lichterfelde, Fabeckstr. 49.

Fedtschenko, **Boris von**, Oberbotaniker am Botanischen Garten in **St. Petersburg.**

Feldbausch, Dr. **Karl**, Rechtspraktikant in **Landau** (Pfalz), Xylanderstr. 1.

Figdor, Dr. **W.**, Professor an der Universität in **Wien III**, Wohllebengasse 9.

Finn, ***Vladimir***, Konservator am Botan. Garten, Bot. Kabinett der K. Universität in **Kiew.**

Fischer, Dr. **Ed.**, Professor der Botanik in **Bern**, Kirchenfeldstr. 14.

Fischer, Dr. **Hermann**, Privatdozent an der Technischen Hochschule in **München**, Cuvilliéstr. 1 III.

Fischer, Dr. **Hugo**, Leiter der Versuchsanlage Horst a. d. Ruhr der Deutsch-Luxemburg. Bergw.- u. Hütten-A. G., Wohnung: **Essen a. R.**, Huyssenstr. 19.

Fischer von Waldheim, Dr. **Alexander**, Kais. russischer Geheimer Rat Exzellenz, emerit. ordentl. Professor der Botanik, Direktor des Kaiserlichen Botanischen Gartens in **St. Petersburg.**

Fitting, Dr. **Hans**, Professor der Botanik, Direktor des Botan. Instituts in **Bonn a. Rh.**, Poppelsdorfer Schloß.

Flahault, Dr. **Charles**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Instituts in **Montpellier.**

Focke, Dr. **W. O.**, Medizinalrat in **Bremen**, Beim Steinernen Kreuz 5.

Forenbacher, Dr. **Aurel**, Professor, Privatdozent an der Universität in **Agram** (Zagreb), Kroatien, Trg Khuen Héderváry-a 4.

Forti, Dr. **Achille**, in **Verona**, Via St. Eufemia.

Fries, Dr. **Rob. E.**, Professor und Direktor des Bergianischen Gartens, **Vetenskapsakademien** b. Stockholm.

Fritsch, Dr. **Karl**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens der Universität in **Graz** (Steiermark), Albertstraße 19.

Fritsch, Dr. **F. E.**, Professor der Botanik am East London College (University of London) in **London NW**, Brondesbury, 77 Chatsworth Road.

Fuchs, Dr. **J.**, in **München**, Kaiserstraße 50.

Fünfstück, Dr. **Moritz**, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Vorstand des Botanischen Gartens in **Stuttgart**, Ameisenbergstr. 7.

Funk, Dr. **Georg**, in **Neapel**, Zoolog. Station.

Furlani, Dr. **Hans**, Professor am Staatsgymnasium in **Wien VII**, Kandlgasse 39.

Fujii, Dr. **K.**, Professor der Botanik in **Tokio**, Botanisches Institut und Botanischer Garten der Universität.

Gassner, Dr. **Gustav**, Professor d. Botanik, Direktor d. Botan. Instituts und Gartens an der Technischen Hochschule in **Braunschweig**, Bültenweg 66.

Gatin, Dr. **C. L.**, Préparateur de botanique à la Sorbonne, in **Versailles** (Seine et Oise), 13 rue Jacques Boyceau.

Gehrmann, Dr. **K.**, Leiter des Botanischen Gartens in **Rabaul** auf Neu-Guinea.

Geisenheyner, L., Gymnasialoberlehrer in **Kreuznach.**

Gertz, Dr. **Otto**, Dozent an der Universität in **Lund** (Schweden).

Giesenhagen, Dr. **Karl**, Professor d. Botanik, Vorstand des Botanischen Instituts der Technischen Hochschule in **München**, Schackstr. 2, II.

Giessler, *Dr.* ***Rudolf***, *Kustos am Bot. Institut in* ***Leipzig***, *Sidonienstr. 19.*

Gilbert, Edward, M., Assistant Professor of Botany, the University of Wisconsin in **Madison** (U. S. A.).

Gilg, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an der Universität, Kustos am Botan. Museum in **Berlin-Steglitz**, Grenzburgstr. 5.

Ginzberger, *Dr.* ***August***, *k. k. Adjunkt am Botan. Garten und Institut* der k. k. Universität und Generalsekretär der k. k. Zoolog.-botan. Gesellschaft in **Wien III**, Rennweg 14.

Gjurašin, Dr. **Stjepan**, Prof. a. Mädchenlyzeum in **Agram** (Kroatien), Pantoviac 80.

Gladbach, Wilhelm, Apotheker in **Cöln**, Norbertstr. 38.

Glück, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik in **Heidelberg**, Brückenstr. 18, I.

Gobi, Dr. **Chr.**, Exzellenz, Professor der Botanik an der Universität in **St. Petersburg**, *Wassilij Ostrow, 9. Linie, 46, Qu. 34.*

Goch, ***Georg***, *in* ***Teschen***, *Österr.-Schlesien, Kaiser-Wilhelmstr. 19.*

Goebel, Dr. **K. Ritter von**, Geh. Rat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Pflanzenphysiologischen Instituts in **München**, Menzinger Str. 15.

Goethart, *Dr.* ***J. W. Chr.***, *Konservator am Reichsherbarium in* **Leiden** (Niederlande), Rijn-Schickade 78.

Goldschmied-Herrmann, Dr. **Alice**, in **Wien VII**, Lindengasse 15 III/9.

Gothan, Dr. **W.**, Privatdozent an der Bergakademie in **Berlin N**, Invalidenstr. 44.

Graebner, Dr. **P.**, Professor, Kustos am Botanischen Garten zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Lichterfelde**, Viktoriastr. 8.

Graevenitz, Dr. **Luise v.**, in **Potsdam**, Moltkestraße 11.

Grafe, Dr. **Victor**, Professor der Botanik an der Universität in **Wien VIII**, Hamerlingplatz 9.

Gran, Dr. **H.**, Professor der Botanik an der Universität in **Kristiania**, Botanisches Institut.

Grosser, Dr. **Wilhelm**, Direktor der Agrikulturbotanischen Versuchs*station in* ***Breslau X***, *Matthiasplatz 1.*

Grüß, Dr. **J.**, Professor, Oberlehrer in **Friedrichshagen** bei Berlin, Brestpromenade 14.

Günthart, Dr. **August**, Direktor des Lyceum Alpinum in **Zuoz** (Engadin), Schweiz.

Guttenberg, Dr. **Hermann Ritter von,** Professor, Privatdozent für allgemeine Botanik, Assistent am Pflanzenphysiol. Institut der Universität in **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 1, z. Zt. **Wien VIII,** Skodagasse 19.

Gwynne-Vaughan, D. J., M. A., Professor der Botanik an der Universität in **Belfast,** Irland.

Györffy, Dr. **J.,** o. ö. Professor der allgemeinen Botanik an der Universität in **Kolozsvár** (Siebenbürgen).

Haacke, Dr. **Otto,** Professor, Realgymnasialoberlehrer in **Plauen i. V.,** Streits Berg.

Haase-Bessell, Gertraud, Frau verw. Dr. med., in **Dresden-N. 6,** *Hospitalstr.* 3, II.

Haberlandt, Dr. **G.,** Geh. Reg.-Rat, Professor der Botanik und Direktor des Pflanzenphysiol. Instituts der Universität Berlin, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 1.

Hagem, Oscar, cand. real., Stipendiat der Botanik in **Bergen** (Norwegen), Botanisches Institut des Museums.

Hagen, Dr. **J.,** Bezirksarzt in **Trondhjem** (Norwegen).

Hämmerle, Dr. **J.,** Oberlehrer an der höheren Staatsschule in **Cuxhaven,** Süderwisch 51.

Häuser, Dr. **Robert,** Oberlehrer am Städt. Reformrealgymnasium in **Saarbrücken 2,** Sophienstr. 10a II.

Hamorak, Dr. **Nestor,** in **Wien VII,** Lerchenfelderstr. 19/9.

Hannig, Dr. **E.,** Prof. der Botanik an der Universität in **Straßburg i. E.,** *Taulerring* 4.

Hansen, Dr. **Adolf,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Gartens in **Gießen,** Leberstr. 21.

Hansteen, Dr. **B.,** Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Aas** bei Kristiania (Norwegen).

Harder, Dr. **Richard,** Privatdozent, Assistent am Bot. Institut der Universität in **Würzburg.**

Harms, Dr. **H.,** Professor, wissenschaftlicher Beamter der Königlichen Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Friedenau,** Ringstr. 44.

Harper, R. A., Professor an der Columbia University New York City in **New York** (U. S. A.).

Harster, Dr. **Richard,** K. Reallehrer in **Ludwigshafen** a. Rh. Maxstr. 55.

Hartmann, Dr. **Max,** Professor, Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie in **Berlin-Dahlem,** Bolzmannstr.

Haupt, Dr. **Hugo,** in **Bautzen,** Muettigstr. 35.

Hausrath, Dr. **Hans**, Professor an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe**, Kaiserstr. 12.

Hecke, Dr. **Ludwig**, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17.

Hegi, Dr. **Gustav**, Professor der Botanik an der Universität in **München**, Tengstr. 18.

Heiden, Dr. **H.**, in **Rostock i. Mcklbg.**, Prinz-Friedrich-Karl-Straße 2.

Heilbronn, Dr. **Alfred**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Universität und Leiter der Pilzprüfungsstelle der Provinz Westfalen in **Münster i. W.**, Steinfurterstr. 39 II.

Heinrich, Dr. **M.**, Vorstand der Samenkontrolle der Landwirtsch. Versuchsstation in **Rostock i. M.**

Heinricher, Dr. **E.**, k. k. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Botanischen Institutes der Universität Innsbruck in **Innsbruck-Hötting.**

Heinsius, Dr. **H. W.**, in **Amsterdam**, P. C. Hooftstraat 144.

Hergt, **B.**, Professor in **Weimar**, Cranachstr. 8.

Heribert-Nilsson, Dr. **N.**, Dozent an der Universität Lund, in **Landskrona** (Schweden).

Herrig, Dr. **Friedrich**, Assistent am Pflanzenphysiol. Institut der Universität Berlin, in **Berlin-Steglitz**, Bergstr. 84.

Herrmann, **E.**, Geh. Reg.-Rat, Königl. Regierungs- und Forstrat in **Breslau**, Forckenbeckstr. 8 II.

Herter, Dr. **W.**, Professor in **Berlin-Steglitz**, Vionvillestr. 11/12.

Heukels, **H.**, Lehrer an der Realschule in **Amsterdam**, Weesperzijde 81.

Hieronymus, Dr. **Georg**, Professor, Kustos am Botanischen Museum zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Grunewaldstr. 27,

Hill, **A. W.**, M. A., Assistant-Director an d. Royal Botanic. Gardens in **Kew**, Branstone Road 4.

Hill, **T. G.**, A. R. C. S., Assistant-Professor of Botany in **London WC**, University College.

Hillmann, **Joh.**, Oberlehrer in **Berlin-Pankow**, Breite Str. 15.

Hillmann, Dr. **P.**, Privatdozent a. d. Landw. Hochschule, Geschäftsführer der Saatzuchtstelle der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in **Berlin SW 11**, Dessauer Straße 14.

Hils, Dr. **Ernst**, Oberlehrer in **Berlin-Halensee**, Katharinenstr. 21.

Hiltner, Dr., Professor, Oberregierungsrat, Direktor der Agrikulturbotanischen Versuchsanstalt in **München-Schwabing**, Osterwaldstraße 9.

Himmelbaur, Dr. **Wolfgang**, Privatdozent für systemat. Botanik an der Universität in **Wien VII**, Burggasse 83a.

Hinneberg, Dr. **P.**, in **Altona-Ottensen**, Flottbeker Chaussee 29.

Hinze, Dr. **G.**, in **Zerbst**, Friedrichsholzallee 42.

Höfler, Karl, Demonstrator am Pflanzenphysiolog. Institut der Universität in **Wien XIII/2**, Onno Klopp-Gasse 6.

Höhnel, Dr. **Fr., Ritter von**, Hofrat, Professor an der Technischen Hochschule in **Wien IV**, Karlsplatz 13.

Höstermann, Dr. **G.**, Vorstand der pflanzenphysiologischen Abteilung und Lehrer an der K. Gärtner-Lehranstalt zu Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Schloßstr. 32.

Hoyer, Otto, k. k. Assistent d. chemisch. pharmazeut. Untersuchungsanstalt im Ministerium d. Innern in **Wien I**, Salvatorstr. 12.

Hollrung, Dr. **M.**, Professor, Lektor für Pflanzenpathologie an der Universität in **Halle a. S.**, Dorotheenstr. 18, II.

Holmann, Richard M., Instructor of Botany, University of the Philippines.

Holtermann, Dr. **Carl**, Professor, Privatdozent der Botanik, in **Berlin-Wilmersdorf**, Darmstädter Straße 7.

Horn, Paul, Apotheker in **Waren** (Mecklenburg) IV, Bahnhofstr. 25.

Houtermans, Elsa, in **Wien I**, Börseplatz 6.

Huber-Pestalozzi, Dr. phil. et. med. **Gottfried**, in **Zürich**, Englisch Viertel-Str. 61.

Hunger, Dr. **F. W. T.**, in **Amsterdam**, Van-Eeghen-Straat 52.

Iltis, Dr. **Hugo**, Privatdozent an der Franz-Josef-Technischen Hochschule in **Brünn**, Schmerlinggasse 28.

Irmscher, Dr. **E.**, Assistent am K. Botan. Museum in **Berlin-Dahlem**.

Issatschenko, Boris, Hofrat, Privatdozent der Botanik an der Universität, Vorsteher der Samenprüfungsstation in **St. Petersburg**, Kaiserl. Botanischer Garten.

Istvánffi de Csikmadefalva, Dr. **Gyula von**, Professor der Botanik an der K. Ungarischen Technischen Universität in **Budapest** (I Müegyetem rakpart.)

Iterson, Dr. **G. van**, in **Delft** (Holland), Quai Delft 81.

Ivanow, Sergius, Magister der Botanik, Assistent in **Moskau**, Rasumowskoje C. X. U.

Iwanowski, Dr. **Dimitri**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Warschau**, Nowogrodzkastr. 60.

Jaap, Otto, Privatgelehrter in **Hamburg 25**, Burggarten 3.

Jaccard, Dr. **Paul**, Professor d. Botanik am Eidgen. Polytechnikum in **Zürich**, Konkordiastr. 12.

Jahn, Dr. **Eduard**, Professor, in **Charlottenburg 5**, Witzlebenstr. 41.

Jakowatz, Dr. **A.**, Professor an der Landwirtschaftlichen Akademie in **Tetschen-Liebwerd** (Böhmen).

Jensen, Hjalmar, Direktor der Proefstation voor Vorstenlandsche tabak in **Wedi, Klaten** (Java).

Joachimowitz, Marianne, mag. pharm., Demonstrator am Pharmakognost. Institut d. Universität. in **Wien XVI**, Ottakringerstr. 129.

Johannsen, Dr. **W.**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Kopenhagen**, Botanischer Garten, Gothersgade 140.

Johnson, Dr. **T.**, F. L. S., Professor der Botanik am Royal College of Science und Kustos der botanischen Sammlungen des Nationalmuseums in **Dublin**.

Jongmans, Dr. **Wilhelm**, Konservator am Reichsherbarium in **Leiden** (Holland), Breetstraat 137.

Jost, Dr. **Ludwig**, Professor der Botanik in **Straßburg i. E.**, Botan Institut der Universität.

Junk, **W.**, in **Berlin W 15**, Sächsische Str. 68.

Kabát, Jos. Em., emerit. Zuckerfabrikdirektor in **Turnau** 544 (Böhmen.)

Kalt, Bertram, Leiter der Pflanzenzuchtstation des Landwirtsch. Instituts in **Halle a. S.**, Julius-Kühn-Str. 31/32.

Kappert, Dr. **Hans**, Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in **Berlin-Dahlem**.

Karrer, Siegmund, Obergärtner in **Erfurt**, Bellingstr. 13.

Karsten, Dr. **George**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Halle a. S.** Botan. Institut.

Kasanowski, Victor, Privatdozent für Botanik an der K. Universität in **Kiew**, Funduktejevskaja 46.

Kaufmann, Martha, in **Braunschweig**, Riddagshäuserweg 26.

Kavina, Dr. **K.**, Dozent der Botanik an der böhmischen Universität in **Prag II, 433**.

Kegel, Dr. **Werner**, in **Bremen**, Braunschweiger Straße 5.

Keller, Dr. **Robert**, Gymnasialrektor in **Winterthur**, Trollstr. 32.

Kiessling, **Dr. L.**, Professor, Vorsteher der Kgl. Bayer. Saatzuchtanstalt in **Weihenstephan** b. Freising.

Killermann, Dr. **Seb.**, Professor, Vorsitzender der k. Botan. Gesellschaft in **Regensburg**, Stahlzwinger 23.

Killian, Dr. **Karl**, in **Bromberg**, Bülowplatz 18. Abt. für Pflanzenkrankheiten d. Kaiser-Wilhelm-Instituts für Landwirtschaft.

Kirchner, Dr. **O. von**, Geh. Hofrat, früher Professor der Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim, in **München**, Georgenstr. 82.

Kirschstein, W., Lyzeallehrer in **Berlin-Pankow**, Neue Schönholzerstr. 13 II.

Klebahn, Dr. **H.**, Professor in **Hamburg 30**, Curschmannstr. 27.

Klebs, Dr. **Georg**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Heidelberg**.

Klein, Dr. **Edmund Jos.**, Professor der Biologie in **Luxemburg**, Villa Flora, Am Äußeren Ring 20.

Klein, Gustav, Demonstrator am k. k. Pflanzenphysiol. Institut in **Wien XVII**, Geblergasse. 55.

Klein, Dr. **Ludwig**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe** in Baden, Kaiserstr. 2, Botanisches Institut.

Klein, Richard, stud. phil., Assistent an der Biologischen Versuchsanstalt in **Wien II**, Negerlegasse 4.

Klemt, Dr. **F.**, Oberlehrer in **Berlin-Lichtenberg**, Rathausstr. 7, II.

Klenke, Dr. **Heinrich**, Wissenschaftl. Hilfslehrer a. d. Oberrealschule in **Oldenburg** i. Großh., Marienstr. 5.

Kneucker, A., Redaktör der Allgemeinen botanischen Zeitschrift in **Karlsruhe** in Baden, Werderplatz 48.

Kniep, Dr. **Hans**, Professor der Botanik in **Würzburg**, Seelbergstr. 2 II.

Knischewsky, Dr. **Olga**, in Bad **Weilbach** b. Flörsheim a. M., Wirtschaftl. Frauenschule.

Knoll, Dr. **F.**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Wien III**, Rennweg 14.

Knudson, Dr. **Lewis**, Assistant Professor of Plant Physiology an dem New York State College of Agriculture der Cornell University in **Ithaca** N. Y. (U. S. A.)

Knuth, Dr. **Reinhard**, Oberlehrer in **Berlin-Wilmersdorf**, Wilhelmsaue 12, IV.

Koch, Dr. **Alfred**, Professor, Direktor des Landwirtschaftlich-Bakteriologischen Instituts an der Universität Göttingen, Herausgeber des Jahresberichtes über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen, in **Göttingen**, Hainholzweg 20.

Koch, Dr. **L.**, Professor der Botanik an der Universität in **Heidelberg**, Sophienstr. 25.

Koehne, Dr. **E.**, Professor in **Berlin-Friedenau**, Wiesbadener Str. 84, II.

Koernicke, Dr. **Max**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Akademie in Poppelsdorf und der Universität in **Bonn**, Bonner Talweg 45.

Kolkwitz, Dr. **Richard**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu

Berlin, wissenschaftliches Mitglied der Kgl. Landesanstalt für Wasserhygiene in **Berlin-Steglitz**, Rothenburgstr. 30.

Koriba, Dr. **K.**, in **Sapporo** (Japan), Botan. Institut der Universität.

Kornauth, Dr., Regierungsrat, Vorstand der k. k. Landwirtschaftlich-Bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in **Wien II/I**, Trunnerstr. 1.

Korschelt, Dr. **P.**, Studienrat, Professor, Oberlehrer am Königl. Realgymnasium in **Zittau i. S.**, Königsstr. 21.

Krasser, Dr. **Fridolin**, o. Professor für Botanik, Warenkunde und technische Mikroskopie an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule in **Prag I**, Hußgasse 5.

Kratzmann, Dr. phil. **Ernst**, in **Wien VII**, Neubaugürtel 22.

Kraus, Dr. **C.**, Geh. Hofrat, Professor an der Technischen Hochschule in **München**, Luisenstr. 24, II.

Krause, Dr. **Kurt**, Assistent am Königl. Botanischen Museum in **Berlin-Dahlem**.

Kroemer, Dr. **Karl**, Professor, Vorstand der Pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**

Krull, **Rudolph**, Apotheker in **Breslau X**, Rosenthaler Straße 45.

Krumbach, Dr. **Thilo**, Professor, Direktor der Zoolog. Station der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, in **Rovigno** (Istrien).

Kubart, Dr. **Bruno**, Privatdozent in **Graz**, Institut für systematische Botanik.

Küster, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an d. Universität, Herausgeber der „Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie", in **Bonn a. Rh.**, Endenicher Allee 44.

Kuhn, **Erik**, stud. phil. in **Innsbruck**, Museumstr. 1.

Kumm, Dr., Professor, Direktor des Westpreußischen Provinzial-Museums in **Danzig**, Langemarkt 24.

Kuntzen, Dr. **Heinrich**, Assistent am Zoolog. Museum zu Berlin, in **Karlshorst**, Treskowallee 57A.

Kupper, Dr. **W.**, Kustos am Botan. Garten in **München**-Nymphenburg.

Kurssanow, **L.**, Privatdozent in **Moskau**, Universität, Botan. Institut.

Kurtz, Dr. **Fritz**, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Museums an der Universität und Mitglied der Academia nacional de ciencias in **Córdoba** (Argentinische Republik).

Kylin, Dr. **Harald**, Privatdozent an der Universität in **Upsala** (Schweden).

La Garde, Dr. **Roland**, in **Smichow** bei Prag 197, Kreuzherrengasse 7.

Lagerheim, **Dr. G. von**, Mitglied der Kgl. Schwedischen Akademie

der Wissenschaften, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Stockholm N**, Stockholms Högskola.

Laibach, Dr. **Fr.**, Oberlehrer in **Frankfurt a. M.**, Vogelweidstr. 14.

Lakon, Dr. **G.**, Privatdozent für Botanik an der K. Technischen Hochschule Stuttgart, Abteilungsvorsteher an der Kgl. Württ. Landw. Hochschule in **Hohenheim** b. Stuttgart.

Lakowitz, Dr. **C.**, Professor, Oberlehrer in **Danzig**, Frauengasse 26.

Land, Dr. **W. J. G.**, Assistant Professor of Botany an der Universität in **Chicago**, Deptm. of Botany.

Lande, **Max**, Verlagsbuchhändler in **Berlin-Schöneberg**, Mühlenstr. 8.

Langer, Dr. **Helene**, (Nothmann-Zuckerkandl) in **Prag**, Weinbergsgasse 3 a, z. Zt. Bakteriol. Feldlaboratorium 50, österr. Feldpost 468.

Lauterbach, Dr. **C.**, Professor, Rittergutsbesitzer auf **Stabelwitz** bei Deutsch-Lissa.

Lehmann, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an der Universität in **Tübingen**, Lustnauer Allee.

Leick, Dr. **Erich**, Professor der Botanik an der Kaiserl. Osmanischen Universität in **Konstantinopel**, Botan. Institut d. K. Osm. Universität Stambul. (Greifswalder Adr.: Arndtstr. 31.)

Leick, Dr. **Marie**, geb. **Schultz** in **Konstantinopel**, Bebec-Kilissestr. 42.

Leininger, Dr. **Hermann**, Professor am Großherzogl. Lehrerseminar in **Karlsruhe** (Baden), Kaiserallee 115, III.

Leisering, Dr. **Bruno**, Studienrat, Leiter der 6. Oberrealschule, in **Berlin NO 43**, Am Friedrichshain 15.

Lemcke, Dr. **Alfred**, Direktor des Samenuntersuchungsamtes und der Pflanzenschutzstelle der Landwirtschaftskammer für die Provinz Ostpreußen in **Königsberg i. Pr.**, Beethovenstr. 24/26.

Lepeschkin, Dr. **W. Wlad.**, Professor der Botanik, Direktor des Botan. Laboratoriums und Gartens der Universität in **Kasan**, Privatadresse: Ljadskaja d. Molotkowa.

Lesage, Dr. **Pierre**, Professeur à la Faculté des Sciences in **Rennes**.

Lewitzki, **Gregorius**, Assistent am Botan. Laboratorium des Polytechnikums in **Kiew**.

Liebenberg, Dr. **Ad.** Ritter **von**, k. k. Hofrat, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstraße 17.

Lieske, Dr. **Rudolf**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Heidelberg**, z. Zt. Städt. Krankenhaus in **Karlsruhe**.

Lilienfeld, Dr. **Fl.**, Assistentin am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in **Berlin-Dahlem**.

Limberger, Alfred, stud. phil. in **Wien XVII**, Urbangasse 10.

Lindau, Dr. **Gustav**, Professor, Privatdozent der Botanik, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Berlin-Lichterfelde**, Moltkestraße 3.

Lindner, Dr. **Paul**, Professor in **Berlin N 65**, Seestraße 4, Institut für Gärungsgewerbe.

Linhart, *Dr.* **Georg**, *Kgl. Rat, Professor an der Ungarischen Landwirtschaftlichen Akademie in* **Ungarisch-Altenburg** (Magyar Ovar).

Linsbauer, Dr. **Karl**, Professor an der Universität in **Graz**, Pflanzenphys. Institut, Schubartstr. 53.

Linsbauer, Dr. **L.**, Professor der Botanik und Pflanzenpathologie a. d. höheren Lehranstalt für Wein- und Obstbau in **Klosterneuburg** bei Wien.

Lloyd, L. G., The Lloyd Library, **Cincinnati**, O. (U. S. A.), 309 West Court Street.

Löffler, Dr. **Bruno**, Assistent am k. k. botan. Institut in **Innsbruck-Hötting**, Sternwartenstr.

Loesener, Dr. **Th.**, Professor, Kustos am Botanischen Museum zu Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Humboldtstr. 28.

Löw, Käte, in Brünn (Mähren) Karlsglacis 3.

Lopriore, Dr. **Giuseppe**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor der Regia Stazione Sperimentale Agraria zu Modena, Herausgeber der „Stazioni Sperimentali Agrarie Italiane“ in **Modena**.

Losch, Dr. **Hermann**, Assistent am Botan. Institut d. Landw. Hochschule in **Hohenheim**, z. Zt. Utffz. beim Stab des Gouvernements Abt. G. O. in **Straßburg i. Els.**

Ludwig, Dr. **Alfred**, Oberlehrer in **Forbach** (Lothr.), Schloßbergstr. 11, z. Zt. Ltn. d. L., II. Batl., 11. Komp., Lehrkursus für Offizier-Aspiranten, Deutsche Feldpost 168.

Ludwigs, Dr. **Karl**, in **Victoria** (Kamerun), Bot. Garten, z. Zt. **Lüttringhausen** (Rheinland) Stursbergerhöhe 10.

Mac Kenney, Dr. **Randolph E. B.**, Professor, Expert im Bureau of Plant Industry, U. S. Department of Agriculture. Adr. für Postsendungen: Cosmos Club, **Washington**, D. C. (U. S. A.).

Mac-Leod, *Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in* **Gent** (Belgien).

Magnus, Dr. **Werner**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin W**, Carlsbad 4a.

Mágocsy-Dietz, Dr. **Sándor**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Bot. Gartens in **Budapest VIII**, Illésu 25.

Maire, Dr. **R.**, Professor an der „Faculté des Sciences de l'Université" in **Algier**.

Mandekić, Dr. **V.**, Professor für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung an der höheren Landwirtschafts-Schule in **Križevac** (Kroatien).

Marloth, Dr. **Rudolf**, in **Kapstadt** (Süd-Afrika). P. O. box 359.

Mattirolo, Dr. **O.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Turin**, Valentino.

Mäule, Dr. **C.**, Professor, Rektor der Wilhelmsrealschule, Privatdozent für Botanik an der Technischen Hochschule in **Stuttgart**, Pfitzerstr. 11, I.

Maurizio, Dr. **A.**, Professor an der k. k. Technischen Hochschule in **Lemberg**, Botan. Institut.

Melchior, **Hans**, stud. phil., Hilfsassistent am Pflanzenphys. Institut der Universität Berlin, in **Charlottenburg**, Knesebeckstr. 30.

Menzel, Dr. **Paul**, Sanitätsrat in **Dresden**, Mathildenstr. 46, I.

Meyer, Dr. **Arthur**, Geh. Reg.-Rat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Marburg a. d. L.**, Botanisches Institut.

Meyer, Dr. **Fritz Jürgen**, Assistent am Botanischen Institut in **Marburg a. L.**, Weißenburgstr. 20.

Meyer, **K.**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Moskau**.

Miehe, Dr. **Hugo**, Professor der Botanik an der Landw. Hochschule Berlin in **Berlin-Lichterfelde-West**, Stubenrauchstr. 10.

Migula, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Forstlehranstalt in **Eisenach**, Richard-Wagner-Str. 3.

Mikosch, Dr. **C.**, Professor an der K. K. Deutschen Technischen Hochschule in **Brünn**.

Mildbraed, Dr. **K.**, Kustos am Botanischen Museum in **Berlin-Dahlem**.

Miliarakis, Dr. **S.**, Professor an der Universität in **Athen**, Rue Didot 12A.

Miyake, Dr. **Kiichi**, Professor der Botanik, Botan. Institut d. Agricultur College d. Universität in **Tokio**, Japan.

Miyoshi, Dr. **Manabu**, Professor der Botanik an der Universität in **Tokio**, Botanisches Institut der Universität.

Möbius, Dr. **M.**, Geh. Reg.-Rat., Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Frankfurt a. M.**, Königsteiner Str. 52.

Möller, Dr. **Alfred**, Professor, Oberforstmeister, Direktor der Forstakademie in **Eberswalde**.

Moeller, Dr. **Herm.**, Professor, Privatgelehrter in **Göttingen**, Friedländer Weg 28.

Moewes, Dr. **Franz**, in **Berlin SW 47**, Großbeerenstr. 27a.

Molisch, Dr. **Hans**, Hofrat, wirkl. Mitglied der Kais. Wiener Akademie der Wissenschaften, Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts an der Universität in **Wien VIII**, Zeltgasse 2.

Montfort, Dr. **Camill**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Bonn**, Blücherstr. 35 II.

Mücke, Dr. **Manfred**, in **Erfurt**, Wilhelmstr. 36, I.

Müller, Dr. **Arno**, ständ. Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamt in **Berlin-Friedenau**, Wiesbadener Str. 11.

Müller, Dr. **Clemens**, in **Berlin W 30**, Rosenheimerstr. 12 I.

Müller, Dr. **Fritz**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Leipzig**, Johannisallee 16, III.

Müller, Dr. **H. C.**, Professor, Direktor der Versuchsstation für Pflanzenkrankheiten der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen in **Halle a. S.**, Karlstraße 10.

Müller, Dr. **Karl**, wissenschaftl. Hilfsarbeiter, zweiter Beamter an der Großherzogl. Bad. Landw. Versuchsaustalt in **Augustenberg** bei Durlach, Baden.

Müller, **Lene** in **Wien XVIII**, Gersthoferstr. 110.

Müller, **Otto**, Inspektor am Botan. Garten in **Straßburg i. E.**

Müller, Dr. **Rudolf**, Professor für Pharmakognosie an der Universität in **Graz** (Steiermark), Universitätsplatz 4.

Müller-Thurgau, Dr. **Herm.**, Professor und Direktor der Deutschschweizerischen Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in **Wädenswil** bei Zürich.

Muschler, Dr. **R.**, in **Berlin-Steglitz**, Fichtestr. 23.

Muth, Dr. **F.**, Professor in **Oppenheim a. Rh.**

Nahmmacher, Dr. **O.**, Oberlehrer in **Berlin S**, Camphausenstr. 8, I.

Nathansohn, Dr. **Alexander**, Professor der Botanik an der Universität in **Leipzig**, Auenstr. 5, II.

Naumann, Dr. **Arno**, Hofrat, Professor, Dozent für Botanik an der Tierärztlichen Hochschule, Assistent am Kgl. Botanischen Garten und Lehrer für Botanik an der Gartenbauschule in **Dresden-A.**, Borsbergstr. 26, I.

Naumann, **Einar**, Assistent für Hydrobiologie d. Fischereivereins für Südschweden, Bot. Institut der Universität in **Lund** (Schweden).

Neger, Dr. **F. W.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Tharandt**, Sachsen.

Němec, Dr. **Bohumil**, Professor der Botanik an der Böhmischen Universität in **Prag V**, Slupy 433.

Nestler, Dr. **A.**, k. k. Regierungsrat, Professor der Botanik, Vorstand der Untersuchungsanstalt für Lebensmittel an der Deutschen Universität in **Prag II**, Sluper Gründe.

Neumann, Dr. **M. P.**, Vorstand der chemischen Abteilung der Versuchsanstalt für Getreideverwertung in **Berlin N 65**, Seestraße 4a.

Neumayer, Dr. **Hans**, in **Wien I**, Kleeblattgasse 13.

Nevinny, Dr. **Joseph**, Professor in **Innsbruck**, k. k. Pharmakol. Institut, Anatomiestr. 1.

Niedenzu, Dr. **F.**, Geh. Reg.-Rat, Professor am Lyceum Hosianum in **Braunsberg** (Ostpreußen).

Niemann, Gustav, Mittelschullehrer in **Magdeburg-N.**, Augustastraße 18.

Nienburg, Dr. **Wilhelm**, in **Frohnau** (Mark), Alemannenstraße.

Nilsson, Dr. **Hjalmar**, Professor in **Landskrona** (Schweden).

Nilsson-Ehle, Dr. **H.**, Professor d. Botanik an der Universität in **Lund** (Schwed.).

Noack, Dr. **Konrad**, in **Freiburg i. B.**, Silberbachstr. 5.

Noack, Dr. **Kurt**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Straßburg i. E.**

Nordhausen, Dr. **Max**, Professor der Botanik in **Marburg a. L.** Botanisches Institut, Wilhelmstr. 32.

Nordstedt, Dr. **O.**, Professor in **Lund**, Kraftstorg 10.

Oehlkers, Dr. **Friedrich** in **München-Nymphenburg**, Nördl. Auffahrtsallee 67 I.

Oltmanns, Dr. **Friedrich**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik, Direktor der Botanischen Anstalten, Redakteur der „Zeitschrift für Botanik", in **Freiburg i. B.**, Jakobistraße 23.

Ostenfeld, Dr. **C. H.**, Inspektor des Botanischen Museums in **Kopenhagen O**, Sortedams Dossering 63 A.

Osterwald, Carl, Professor am Lessinggymnasium in **Berlin NW 52**, Spenerstraße 35.

Overton, Dr. **J. B.**, Professor am Botanical Department der Universität von Wisconsin in **Madison**, Wisc. (U. S. A.), Science Building.

Paál, Dr. **Árpád**, Assistent d. k. ung. Versuchs-Station für Pflanzenphysiologie u. Pflanzenpathologie in **Budapest II.** Debröi-ut 17.

Paeckelmann, Wolfgang, Oberlehrer am Gymnasium in **Barmen**, Mozartstr. 7.

Palla, Dr. **Eduard**, Professor an der Universität in **Graz**, Schubertstraße 51, Botanisches Institut.

Pammel, L. H., Ph. D., Professor der Botanik an dem Jowa State College of Agriculture in **Ames,** Jowa (U. S. A.).

Pantanelli, Dr. **Enrico**, Wirkl. Oberinspektor für Pflanzenkrankheiten am Landwirtschafts-Ministerium in **Rom**, Via S. Susanna 13.

Pape, Dr. **Heinrich**, Assistent im Laboratorium für Pflanzenschutz der *Kaiserl. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft* zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Friedenau,** Illstr. 6.

Pascher, Dr. **A.**, Professor der Botanik an der Deutschen Universität in **Prag II**. Weinbergsgasse 3a.

Patschovsky, Dr. **Norbert**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Halle a. S.**

Paul, Dr. **Hermann**, Assessor der Kgl. Bayerischen Moorkulturanstalt in **München**, Königinstr. 3.

Pax, Dr. **Ferdinand**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Breslau IX**, Göppertstr. 2.

Pazschke, *Dr.* ***O.***, *in* ***Dresden-N.***, *Arndtstr. 6, I.*

Pechl, **Kuno**, stud. phil. in **Wien VII**, Neustiftgasse 71/15.

Peirce, *Dr.* ***George James***, *Professor of Botany and Plant Physiology* an der **Leland Stanford Junior University**, Kalifornien (U. S. A.).

Peklo, Dr. **O. Jaroslav**, Privatdozent an der Böhmischen Universität in **Prag VI**, Slupy 433.

Perkins, Dr. **Janet**, in **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 6—8. Botanisches Museum.

Peter, Dr. **A.**, Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Göttingen**, Wilhelm Weber-Str. 2.

Peters, Dr. **Leo**, Kaiserl. Technischer Rat, Ständiger Mitarbeiter an der Kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem, in **Zehlendorf**-Mitte b. Berlin, Cecilienstr. 22.

Pfeffer, *Dr.* ***W.***, *Geh. Rat, Professor der Botanik an der Universität und* Direktor des Botanischen Instituts und Botan. Gartens in **Leipzig**.

Pfeiffer, **Gustav**, Universit.-Assistent in **Neustadt a. T.** (Böhmen).

Pfeiffer, **Hans**, Lehrer in **Bremen**, Kölnerstr. 57 I.

Philipps, **W. Reginald**, M. A., D. Sc., Professor am University College in **Bangor** (Wales), England.

Pilger, Dr. **R.**, Professor, Kustos am Botan. Garten, Privatdozent an der Universität und Dozent für Botanik an der Techn. Hochschule zu *Charlottenburg*, in ***Berlin-Steglitz***, *Hohenzollern*straße 1.

Pillai, A. Raman, stud. rer. nat. aus Trivandrum, Travancore (Indien) in **Göttingen,** Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

Pirotta, Dr. **R.,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Rom,** Via Panisperna 89 B.

Plaut, Dr. **Menko,** Abteilungsvorsteher und Mikroskopiker a. d. K. Landw. Versuchsstation in **Hohenheim** (Württemberg).

Plümecke, Dr. **Otto,** Direktor des Lyzeums in **Berlin-Neukölln,** Berliner Straße 83.

Polowzow, Dr. **Warwara von,** in **St. Petersburg,** Botan. Laborat. d. Kais. Universität.

Porodko, Dr. **Th.,** Privatdozent in **Odessa,** Bot. Institut d. Universität.

Porsch, Dr. **Otto,** Professor an der k. k. Universität in **Czernowitz.** Botan. Institut, z. Zt. **Wien XIII, 2** Barchettigasse 24 I.

Portheim, Leopold, Ritter von, Leiter der Biologischen Versuchsanstalt der Kais. Akad. der Wissensch. in **Wien II,** k. k. Prater, Hauptallee.

Potter, M. C., M. A., Professor der Botanik am Durham College of Science in **Newcastle upon Tyne,** 14 Highbury, West Jesmond.

Poulsen, Dr. **Viggo A.,** Professor für pharmazeutische Botanik an der Universität in **Kopenhagen V,** Rosenvængets Hovedvej 29.

Pringsheim, Dr. **Ernst,** Professor, Privatdozent in **Halle a. S.,** Zietenstr. 18, z. Zt. Beamtenstellvertr. b. beratenden Hygieniker, V. A.-K. D. Feldpost 360.

Printz, H., Kustos am Museum in **Drontheim.**

Pritzel, Dr. **Ernst,** Professor am Realgymnasium in **Berlin-Lichterfelde,** Hans-Sachs-Straße 4.

Pulle, Dr. **A.,** Professor der speziellen Botanik und der Pflanzengeographie an der Universität in **Utrecht** (Holland).

Puriewitsch, Dr. **Konstantin,** Professor der Botanik an der Universität in **Kiew,** Botanisches Institut, Reiterska 28.

Raatz, Dr. **Wilhelm,** Botaniker an der Zuckerfabrik **Klein-Wanzleben** bei Magdeburg.

Rabbas, Dr. **P.,** Assistent an der Pflanzenphysiol. Versuchsstation der K. Gärtner-Lehranstalt zu **Berlin-Dahlem.**

Radlkofer, Dr. **L.,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Universität, Direktor des Botanischen Museums (Herbariums), Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **München,** Sonnenstraße 7, I.

Rasch, Dr. **Walter,** Assistent der Versuchsanstalt für Getreide-

verarbeitung in **Berlin,** z. Zt. Pionier-Ers-.Bat. 36, Komp. für Schädlingsbekämpfung, Verwaltungsbezirk V, Deutsche Feldpost 171.

Rasmuson, Hans, Lic. phil. in **Hilleshög** bei Landskrona (Schweden) Svenske Sockerfabriks Aktiebolaget.

Rawitscher, Dr. **F.,** Assistent am Botan. Institut der Universität in **Freiburg i. B.**

Rehder, Alfred, Assistent am Arnold-Arboretum in **Jamaica Plain,** Mass. (U. S. A.), 62 Orchard Str.

Rehsteiner, Dr. **Hugo,** Erziehungsrat in **St. Gallen,** Eschenstr. 1.

Reiche, Dr. **Karl,** Professor der Botanik an der Universität Mexico (Escuela de Altos Estudios) und Sektionschef am Instituto Médico Nacional in **Mexico,** D. F. Apartado 656.

Reinhardt, Dr. **M. Otto,** Professor, Privatdozent der Botanik in **Berlin W 50,** Augsburger Str. 9.

Reinitzer, Friedrich, Professor an der Technischen Hochschule in **Graz** (Steiermark).

Reinke, Dr. **Joh.,** Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Kiel,** Düsternbrook 17.

Reitler, Dr. **Josef,** Rektor in **Boppard** (Marienberg).

Remer, Dr. **Wilhelm,** in **Bunzlau** in Schlesien.

Renner, Dr. **Otto,** a. o. Professor an der Universität in **München** Alfonsstr. 11, z. Zt. in **Ulm,** Olgastr. 96 I, Festungslazarett.

Richter, Dr. **Oswald,** Professor für Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Universität in **Wien XVIII,** Hofstattgasse 15.

Richter, Dr. **P.,** Professor an der Paul-Gerhardt-Schule in **Lübben** in der Lausitz.

Rikli, Dr. **Martin,** Professor, Dozent und Konservator der botanischen Sammlungen am Eidgenössischen Polytechnikum in **Zürich II,** Brandschenkesteig 12.

Rimbach, Dr. **A.,** Professor der Botanik am Instituto de Agronomía in **Montevideo** (Uruguay).

Rippel, Dr. **August,** 1. Assistent am Agrikulturchemisch.-bakteriolog. Institut der Universität in **Breslau X,** Matthiasplatz 5.

Riß, Dr. **Marie Marthe,** in **Straßburg i. E.,** Vogesenstr. 47, II.

Robertson, A. R., Lecturer in Botany an der Universität in **St. Andrews,** Schottland.

Rodewald, Dr. **Herm.,** Geh. Regierungsrat, Professor und Direktor des Landwirtschaftlichen Instituts in **Kiel,** Bartelsallee 20.

Rompel, Dr. **Josef,** S. J., Professor der Naturgeschichte am Jesuitengymnasium zu **Feldkirch** (Vorarlberg).

Rosen, Dr. **Felix,** Professor der Botanik an der Universität in **Breslau XVI,** Bischofswalde.

Rosenberg, Dr. **O.,** Professor der Botanik an der Universität in **Stockholm,** Tegnérlunden 4.

Roshardt, Dr. **P. A.,** Gymnasiallehrer in **Stans** (Schweiz).

Ross, Dr. **H.,** Konservator am Botanischen Museum in **München** 38, Stievestr. 7.

Rößler, Dr. **Wilhelm,** Professor, Oberlehrer in **Charlottenburg,** Spreestraße 15, IV.

Roth, Dr. **Ernst,** Professor, Oberbibliothekar der Universitätsbibliothek in **Halle a. d. S.,** Hohenzollernstraße 13.

Roth, Dr. **Franz,** Oberlehrer in **Aachen,** Hasselholzer Weg 15.

Rübel, *Dr.* ***E.,*** *in* ***Zürich V,*** *Zürichbergstr. 30.*

Rudolph, Dr. **Karl,** Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag II,** Weinbergsgasse 3a.

Ruhland, Dr. **W.,** Professor der Botanik an der Universität in **Halle a. S.,** Schillerstr. 54.

Ruttner, Dr. **Franz,** Leiter der Biologischen Station in **Lunz** (Nieder-Österreich).

Rywosch, Dr. **S.,** in **Straßburg i. E.,** Gustav-Klotz-Str. 1.

Saccardo, Dr. **P. A.,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Universität in **Padua.**

Saida, Dr. **Kotaro,** Professor der Botanik in **Tokio** (Japan), Koisnikawa Doshinmashi Nr. 1.

Saito, Dr. **K.,** in **Dairen** (Dalny), Manchuria, The Central Laboratory of the South Manchuria Railway Co.

Sandt, Walter, stud. rer. nat. in **Löbau** Sa., Mathildenstr. 46.

Saupe, Studienrat Prof. Dr. **A.,** in **Dresden,** Kyffhäuserstraße 17.

Schade, Dr. **A.,** Gymnasiallehrer in **Dresden-A.,** Lindenaustraße 7, z. Zt. Telegr. Nachr. Ers. Abt. 12, Rekr.-Dep., 45. Korp., **Dresden-Kaditz.**

Schaffnit, Dr. **E.,** Vorsteher des Instituts für Pflanzenschutz au der Kgl. Landwirtsch. Akademie in **Bonn-Poppelsdorf,** Nußallee 7.

Schander, Dr. **R.,** Professor, Vorstand der Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Landwirtschaft in **Bromberg.**

Schellenberg, Dr. **H. C.,** Professor a. d. Eidgen. Technischen Hochschule in ***Zürich V,*** *Hofstraße 63.*

Schenck, Dr. **Heinrich,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens in **Darmstadt,** Nikolaiweg 6.

Scherffel, Aladár, in **Iglö,** Zips, Ober-Ungarn.

Schiemann, Dr. **Elisabeth,** Assistentin am Institut für Vererbungsforschung der Kgl. Landw. Hochschule, in **Potsdam,** Luckenwalderstr. 4.

Schikorra, Dr. **Georg,** Ständiges Mitglied des städtischen Untersuchungsamts für hygienische und gewerbliche Zwecke, in **Berlin-Wilmersdorf,** Wilhelmsaue 18, II.

Schikorra, Dr. **W.,** Pflanzenzuchtabteilung der Landwirtschaftskammer für die Provinz Westpreußen in **Danzig,** Sandgrube 22.

Schilling, Dr. **Aug. Jg.,** Professor, Privatdozent an der Technischen Hochschule in **Darmstadt,** Heinrichwingertsweg 55.

Schilling, Dr. **Ernst,** in **Münster i. W.,** Botan. Institut d. Universität.

Schindler, Dr. **Bruno,** in **Grünberg** i. Schl.

Schinz, Dr. **Hans,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens und des Botanischen Museums der Universität in **Zürich V,** Seefeldstraße 12.

Schips, Dr. **Martin,** in **Schwyz** (Schweiz).

Schlicke, Dr. **A.,** in **Berlin-Niederschöneweide,** Berliner Str. 23.

Schlumberger, Dr. **O.,** Assistent an der Kaiserl. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem.**

Schmid, Dr. **Günther,** Assistent am Botan. Institut der Universität in **Jena,** Kasernenweg 11.

Schmidt, Dr. **Ernst,** z. Zt. Ltnt. d. Res. 2. Batt., Landw.-Feldart.-Rgt. 256.

Schneider, Dr. **Fritz,** in **Klein-Wanzleben** b. Magdeburg, Zuckerfabrik.

Schneider, Dr. **J. M.,** in **Altstaetten,** Kt. St. Gallen, Schweiz.

Schober, Dr. **Alfred,** Professor, Schulrat für das höhere Schulwesen in **Hamburg 24,** Lerchenfeld 7.

Schönau, Dr. **Karl von,** Kustos am K. Kryptogamanenherbar in **München,** Lachnerstr. 2, I, r.

Schönland, Dr. **S.,** Curator of the Albany Museum in **Grahamstown,** Südafrika (Kapkolonie).

Schorler, Dr. **Bernhard,** Professor, Oberlehrer und Kustos des Herbariums der Technischen Hochschule in **Dresden-A.,** Krenkelstr. 34.

Schottländer, Dr. **Paul,** Fideikommißbesitzer in **Wessig** bei Klettendorf.

Schrenk, Hermann von, B. S., A. M., Ph. D., Botanical Garden in **St. Louis,** Mo. (U. S. A.).

Schröder, Dr. **Bruno,** Lehrer in **Breslau XIII,** Sadowastraße 88, II.

Schroeder, Dr. **Dominicus,** Assistent an der Versuchsstation für Pflanzenschutz in **Halle a. S.,** Goethestr. 21.

Schroeder, Dr. **Henry,** Professor an der Universität, Abteilungsvorsteher am Botanischen Institut in **Kiel,** Niemannsweg 61.

Schrodt, Dr. **Jul.,** Professor. Realschuldirektor a. D. in **Gardelegen.**

Schröter, Dr. **C.,** Professor der Botanik an der Eidgen. Technischen Hochschule in **Zürich V,** Merkurstraße 70.

Schube, Dr. **Theodor,** Professor, Oberlehrer in **Breslau VIII,** Clausewitz-Straße 5.

Schüepp, Dr. **Otto,** in **Allschwil** bei Basel, Basler Straße 119

Schütt, Dr **Franz,** *Professor der Botanik an der Universität und* Direktor des Botanischen Gartens und Museums in **Greifswald.**

Schulow, Dr. **Iwan,** Professor in **Moskau,** Landwirtsch. Hochschule.

Schultz, Richard, Oberlehrer in **Sommerfeld,** Reg.-Bez. Frankfurt a. O., Pförtner Straße 13.

Schulz, Dr. **A.,** Professor, Privatdozent der Botanik in **Halle a. S.,** Albrechtstraße 10.

Schulz, Hermann, Lehrer in **Kassel,** Rothenditmolder Str. 14.

Schussnig, Bruno, Assistent für Botanik an der k. k. Zoologischen Station in Triest, z. Zt. **Wien III,** Rennweg 14, k. k. Bot. Institut.

Schwarz, Dr. **Frank,** Geh. Reg.-Rat, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Eberswalde,** Neue Schweizer Straße 21.

Schwarze, Dr. **Curt,** wissenschaftl. Hilfsarbeiter am Institut für *allgemeine Botanik in* **Hamburg,** *z. Zt. Stabsapotheker d. Res.* Tr. Pl. Zeithain, Reservelazarett-Direktion.

Schwede, Dr. **Rudolf,** Privatdozent, Assistent am Botanischen Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule in **Dresden-A.,** Gutzkowstr. 28.

Schweinfurth, Dr. **Georg,** Professor, in **Berlin-Schöneberg,** Kaiser-Friedrich-Straße 8.

Schwendener, *Dr.* ***S.,*** *Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik,* Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin W 10,** *Matthäikirchstraße* 28.

Seckt, Dr. **Hans,** Profesor del Instituto Nacional del Profesorado Secundario in **Buenos Aires** (Argentinien), Belgrano, Superí 1830.

Seeliger, Dr. **Rud.,** Assistent a. d. Kais. Biol. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Str. 19.

Senft, Emanuel, Mag. Pharmac. Dozent, k. k. Oberinspektor und Abteilungsleiter an der k. k. Landw.-chem. Versuchsstation in **Wien II,** Schüttelstr. 71.

Senn, Dr. **Gustav,** Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Basel,** Schönbeinstr. 6.

Sernander, Dr. **Rutger,** Professor der Botanik in **Uppsala.**

Seydel, Dr. **Richard,** auf Farm **Nudis** bei Kubas (Deutsch-Südwest-afrika).

Shibata, Dr. **K.**, Professor in **Tokio** (Japan), Koishikawa, Kobinata-daimachi I, 1.

Shull, Dr. **Geo. H.**, Professor der Botanik und Entwickelungslehre an der Universität in **Cold Spring Harbour** N. J. (U. S. A.).

Sieben, **Hubert**, Techniker am Botan. Institut der Universität in **Bonn**.

Sierp, Dr. **Hermann**, Privatdozent f. Botanik an d. Universität in **Tübingen**, Oesterberg 2.

Simon, Dr. **Joseph**, Professor, 1. Assistent am K. Botan. Garten in **Dresden-A.**, Stübelallee 2.

Simon, Dr. **Siegfried**, Professor, Privatdozent für Botanik in **Göttingen**, Nikolausberger Weg 53.

Singer, Dr. **Max**, Professor am Deutschen Staats-Gymnasium in **Prag**, Königliche Weinberge.

Skene, **Macgregor**, B. Sc., Botanical Department, The University in **Aberdeen**, Schottland.

Snell, Dr. **Karl**, Société khed. d'Agric. à Bahtim in **Matarich** (Kairo), Ägypten, z. Z. Adr. **Brandenburg a. H.**, Molkenmarkt 38.

Solereder, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Instituts in **Erlangen**, Botan. Garten.

Sonder, Dr. **Chr.**, Apothekenbesitzer in **Oldesloe** (Holstein).

Späth, Dr. **Hellmut**, Baumschulenbesitzer in **Berlin-Baumschulenweg**, Späthstr. 1.

Sperlich, Dr. **Adolf**, a. o. Professor der Botanik an der Universität in **Innsbruck**, Kaiser-Wilhelm-Str. 16.

Spieckermann, Dr. **A.**, Professor, Vorsteher der Bakteriologischen Abteilung der Versuchsstation in **Münster i. W.**, Plöniesstr. 5, I.

Spisar, Dr. **Karl**, Direktor der Landw. Laudesversuchsanstalt in **Brünn** (Mähren).

Staehelin, **Marcus**, cand. phil. in **Basel**, Rheinfelderstr. 33.

Stahl, Dr. **Ernst**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Jena**.

Stameroff, Dr. **Kyriak**, Dozent der Botanik an der Universität zu **Odessa**, *Puschkinskajastr. 8*, Wohnung 15.

Stark, Dr. **Peter**, Assistent am Botan. Institut in **Leipzig**, Linnéstraße 1.

Steinbrinck, Dr. **C.**, Professor am Realgymnasium in **Lippstadt**.

Steiner, **Rudolf**, k. k. Gymnasialprofessor in **Prag II**, Stephansgasse 20.

Steyer, Dr. **Karl**, Professor, Oberlehrer, Leiter der Staatlichen Pflanzenschutzstelle und Konservator des Naturhist. Museums in **Lübeck**, Fritz Reuter-Str. 1.

Stiefelhagen, Dr. **Heinz**, in **Weißenburg i. E.**

Stoklasa, Dr. **Julius**, Hofrat, Professor und Direktor der Chemisch-Physiologischen Versuchsstation der Böhmischen Technischen Hochschule in **Prag**, Villa Gröbe.

Stomps, Dr. **Th.**, Professor an der Universität in **Amsterdam**.

Stoppel, Dr. **Rose**, in **Hamburg**, Institut für allgemeine Botanik.

Straszewski, Heinrich v., in **München**, Luisenstr. 45, II.

Strauß, **H. C.**, Obergärtner am Botanischen Garten in **Berlin-Dahlem**.

Strecker, Dr. **Emil**, Gymnasiallehrer in **Iglau** (Mähren), Frauengasse 12.

Strigl, Dr. **Max**, in **Urfahr** bei Linz a. D., Oberösterreich, Collegium Petrinum, z. Zt. **Gleink** (Ob. Oesterr.)

Suchlandt, Dr. **Otto**, Apotheker in **Davos** (Schweiz), Rhätische Apotheke.

Svedelius, Dr. **Nils Eberhard**, Professor der Botanik an der Universität in **Uppsala** (Schweden), Botan. Institut.

Szücs, *Dr.* **Joseph**, *in* **Magiar - Ovar** *(Ungarn), Pflanzenphysiolog.* Versuchsanstalt.

Tahara, Dr. **M.**, in **Tokio**, Botanisches Institut der Universität.

Tanaka, Dr. **Ch.**, Professor der Botanik an der Hochschule für Seidenbau und Spinnerei in **Uyeda**, Schinano (Japan).

Ternetz, Dr. **Charlotte**, in **Basel**, Feldbergstr. 118.

Tessendorff, **Ferdinand**, Oberlehrer am Helmholtz-Realgymnasium zu Schöneberg, in **Berlin-Steglitz**, Grillparzerstraße 16.

Thomas, Dr. **Fr.**, Professor, emerit. Oberlehrer am Gymnasium Gleichense in **Ohrdruf**, Hohenlohestr. 14.

Thoms, Dr. **Hermann**, Geh. Regierungsrat, Professor, Direktor des *Pharmazeutischen Instituts der Universität zu Berlin, in* **Berlin-Steglitz**, Hohenzollernstr. 6.

Thost, Dr. **R.**, in **Berlin-Lichterfelde-Ost**, Wilhelmstr. 27.

Thum, Dr. **Emil**, k. k. Realschulprofessor in **Rosenthal I**, 270 bei Reichenberg (Böhmen).

Tiesenhausen, Dr. **Manfred, Freiherr von**, Assistent am Kaiser-Wilhelms-Institut in **Bromberg**.

Tiegs, Dr. **E.**, Wissensch. Hilfsarbeiter an der Kgl. Landesanstalt f. Wasserhygiene zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Bismarckstrasse 66.

Timpe, Dr. **H.**, Oberlehrer in **Hamburg-Eimsbüttel**, Am Weiher 29.

Tischler, Dr. **Georg**, Professor der Botanik und Direktor d. Botan. Instituts und Gartens an der Kgl. Landw. Hochschule in **Hohenheim** (Württemberg.)

Tjebbes, Dr. **K.**, in **Roelofsplaan**, Huizen, N.-H. (Holland).

Tobler, Dr. **Friedrich**, a. o. Professor der Botanik und Abteilungs vorsteher am Botanischen Institut der Universität in **Münste i. W.**, Langenstraße 17.

Tobler-Wolff, Dr. **Gertrud**, in **Münster i. W.**, Langenstr. 17.

Tokugawa, Dr. **Y.**, Marquis, in **Tokio**, Azabu, Fujimicho 33.

Toni, Dr. **G. B. de**, Professor der Botanik und Direktor de Botanischen Gartens, Lauréat de l'Institut de France, Heraus geber der „Nuova Notarisia", in **Modena.**

Tröndle, Dr. **Artur**, Privatdozent a. d. Universität in **Zürich 7** Höhenweg 16.

Trow, Dr. **A. H.**, Professor der Botanik am University College o South-Wales and Monmouthshire in **Penarth**, Cardiff, 50 Clive Place

Tschermak, Dr. **Erich, Edler v. Seysenegg**, Professor der Pflanzen züchtung an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII** Hochschulstr. 17.

Tschirch, Dr. **Alexander**, Professor der Pharmakognosie, pharma zeutischen und gerichtlichen Chemie, Direktor des Pharma zeutischen Instituts der Universität in **Bern.**

Tswett, Dr. **Michael**, Professor am Polytechnischen Institut i **Warschau**, Mokotowska 9.

Tubeuf, Dr. **Carl, Freiherr von**, Regierungsrat, Professor der Anatomie Physiologie und Pathologie der Pflanzen an der Universitä in **München**, Habsburger Str. 1.

Tunmann, Dr. **Otto**, *Privatdozent der Pharmakognosie in* **Bern** Beundenfeldstr. 3.

Tuzson, Dr. **J.**, Professor der systematischen Botanik und Pflanzen *geographie an der Universität in* **Budapest.**

Ubisch, Dr. **Gerta von**, *in* **Berlin-Lichterfelde**, *Marienstr. 7a, z. Zt* Falkenrehde b. Potsdam.

Urban, Dr. **Ign.**, Geh. Regierungsrat, Professor, in **Berlin-Lichterfelde-W**, Asternplatz 2.

Ursprung, Dr. **Alfred**, Professor der Botanik an der Universität i **Freiburg** (Schweiz), Botanisches Institut.

Voigt, Alban, in **Dresden-A.**, Bayreuther Straße 31.

Voigt, Dr. **Alfred**, Professor, Direktor des Instituts für angewandte Botanik in **Hamburg VII**, Wandsbeker Stieg 13.

Volkart, Dr. **A.**, Vorstand der Eidgenössischen Samenuntersuchungs und Versuchsanstalt in **Oerlikon** b. Zürich.

Voß, Dr. **W.**, Oberlehrer in **Itzehoe** (Holstein), Friedrichstr. 45.

Votsch, Dr. **Wilhelm**, Oberlehrer in **Delitzsch**, Eilenburger Str. 58.

Vouk, Dr. **Vale**, Professor für Botanik, Direktor d. Kgl. Botan. Gartens und des Bot.-physiol. Instituts der Königl. Franz-Joseph-Universität in **Agram** (Zagreb), Kroatien.

Wächter, Dr. **Wilhelm**, Sekretär der Deutschen Botanischen Gesellschaft, in **Berlin-Steglitz**, Düntherstr. 5, p.

Wager, **Harold**, Inspector of Science Schools for the Science and Art Department in London, in **Leeds** (England), Horsforth Lane, Far Headingley.

Wagner, Dr. **Adolf**, Professor der Botanik an der Universität in **Innsbruck**, Feldgasse 14.

Wahl, Dr. **Carl von**, Großherzogl. Bad. Versuchsanstalt Augustenberg bei **Durlach** (Baden), Moltkestr. 9.

Wangerin, Dr. **W.**, *Dozent an der Technischen Hochschule in* **Danzig-Langfuhr**, Kastanienweg 7.

Warburg, Dr. **O.**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, *Lehrer am Orientalischen Seminar, in* **Berlin W**, Uhlandstraße 175.

Weber, Dr. **C. A.**, Professor, in **Bremen**, Friedrich-Wilhelm-Str. 24.

Weber, Dr. **Friedl**, *Assistent am Pflanzenphysiol. Institut in* **Graz**, Grillparzerstr. 53.

Weese, **Josef**, k. k. Professor, in **Wien III**, Sofienbrückengasse 20.

Wehmer, Dr. **C.**, *Professor, Dozent an der Technischen Hochschule*, Vorstand der Bakteriologischen Abteilung des Technisch-Chemischen Instituts der Kgl. Technischen Hochschule, in **Hannover**, Alleestraße 35.

Wehrhahn, **W.**, Lehrer in **Hannover**, Im Moore 26.

Weis, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Kopenhagen**.

Weiß, Dr. **Fr. E.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanical Laboratory of the Owens College in **Manchester**.

Weiße, Dr. **Arthur**, Professor, Studienrat in **Zehlendorf** (Wannseebahn) bei Berlin, Annastr. 11.

Went, Dr. **F. A. F. C.**, Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens in **Utrecht** (Holland).

Werth, Dr. **Emil**, Professor, ständ. Mitarbeiter a. d. Kais. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Wilmersdorf**, Binger Str. 17.

Westling, Dr. **R.**, Laborator am Pharmazeutischen Institut in **Stockholm**, Vallingsgatan 26.

Wettstein, Dr. **Richard, Ritter von Westerheim,** Hofrat, Professor und Direktor des Botan. Gartens und Museums der Universität Wien, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, Herausgeber der Österreichischen botan. Zeitschrift, in **Wien III,** Rennweg 14.

Wetzel, Curt, Seminaroberlehrer in **Schneeberg i. Sa.,** Fürstenplatz 21 II.

Wiedersheim, Dr. **Walther,** in **Hemigkofen-Nonnenbach** a. Bodensee (Württemberg).

Wieler, Dr. **A.,** Professor, Dozent für Botanik an der Technischen Hochschule in **Aachen,** Nizza-Allee 71.

Wilhelm, Dr. **K.,** Professor der Botanik an der Hochschule für Bodenkultur, in **Wien XVIII,** Hochschulstr. 17 (Türkenschanze).

Willis, John C., Direktor des Bot. Gartens in **Rio de Janeiro.**

Wilson, William Powell, Director of the Philadelphia Commercial Museum in **Philadelphia** (U. S. A.).

Wimmer, Dr. **Christian,** Assistent am Pharmakognost. Institut der k. k. Universität in **Wien.**

Windel, Dr. **Erich,** Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Berlin-Dahlem,** z. Zt. Bakter. Labor. 839, D. Feldpost 75. Adr. Bergwerksdirektor Friedrich Stolz, Charlottenburg, Bismarckstr. 45 III.

Winkelmann, Dr. **J.,** Professor, in **Stettin,** Pölitzer Straße 85, III.

Winkler, Dr. **Hans,** Professor, Direktor des Botan. Gartens und des Instituts für allgemeine Botanik in **Hamburg,** Woldsenweg 12.

Wirtgen, Ferd., Rentner in **Bonn,** Niebuhrstr. 55.

Wislouch, Dr., Privatdozent der Botanik an der Medizinischen Frauenhochschule in **St. Petersburg.**

Wißmann, Apotheker in **Geisenheim** (Rheingau), Landstr. 47.

Wittmack, Dr. **L.,** Geheimer Regierungsrat, Ord. Honorarprofessor an der Universität, in **Berlin NW,** Platz am Neuen Tor 1.

Wlodek, Dr. **Johann von,** in **Krakau** (Galizien), Pedzichów-boczna 5.

Wollenweber, Dr. **W.,** z. Zt. als Gast a. d. k. biol. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem, in **Zehlendorf (Wsb.),** b. Berlin, Augustastr. 9 I.

Wortmann, Dr. **J.,** Geh. Reg.-Rat, Professor, Direktor der Versuchs- und Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau zu **Geisenheim a. Rh.**

Wulff, Dr. **Eugen,** in **Moskau,** Sretenka, M. Golowin pereulok 5.

Yamanouchi, Dr. **Shigeo,** Prof. of Botany, the University of **Chicago** Ill. (U. S. A.)

Yapp, R. H., Professor am University College in **Aberystwyth** (Wales).

Zahlbruckner, Dr. **A.**, Direktor der Botanischen Abteilung des Naturhistor. Hofmuseums in **Wien I**, Burgring 7.

Zander, A., Professor, Oberlehrer am Bismarck-Gymnasium in **Berlin-Halensee**, Westfälische Straße 59, III.

*Zeijlstra, Fzn.** Dr. **H. H.**, Direktor des „Kolonial Landbouw. Museum, in **Deventer** (Holland), Zwolsche Weg 65.

Zikes, Dr. **Heinrich**, Privatdozent an der k. k. Universität, Professor und Direktorstellvertreter an der Österr. Akademie für Brauindustrie in **Wien IX**, Währingerstr. 41.

Zimmermann, Dr. **Albrecht**, Professor, Botaniker an der Biologischen Station **Amani**, Poststation Tanga (Deutsch-Ostafrika).

Zollikofer, Clara, in **St. Gallen** (Schweiz), Dufourstr. 84.

Verstorben.

Braungart, Dr. **R.**, Professor in **München**. Verstarb am 7. April 1916.

Brandes, W., Medizinalrat, Apotheker in **Hannover**. Verstarb am 8. Juli 1916.

Mracek, Dr. **August** in **Zwittau** (Mähren). Verstarb am 8. Januar 1917.

Raciborski, Dr. **M. von**, Professor an der Universität **Krakau**. Verstarb am 27. März 1917.

Seeger, Dr. **Rudolf**. Im Kriege gefallen am 31. Juli 1917.

Damm, Dr. **Otto**, ord. Lehrer an der Höheren Mädchenschule in **Charlottenburg**. Verstarb am 11. Oktober 1917.

Vöchting, Dr. **H. von**, Professor an der Universität **Tübingen**. Verstarb am 24. November 1917.

Hanausek, Dr. **T. F.**, k. k. Regierungsrat, Professor in **Wien**. Verstarb am 4. Februar 1918.

Kuckuck, Dr. **Paul**, Professor, Kustos für Botanik an der Biolog. Anstalt auf **Helgoland**. Verstarb am 7. Mai 1918.

Fürnrohr, Dr. **Heinrich**, Hofrat, Vorstand der Botan. Gesellsch. in **Regensburg**. Verstarb am 17. Mai 1918.

Martin, Dr. **Hermann**, aus **Heiligenstadt**. Im Kriege gefallen am 26 Mai 1918.

Munk, Dr. **Max**, Assistent am Botan. Institut in **Kiel**. Im Kriege gefallen am 1. Juli 1918.

Register zu Band XXXV.

I. Geschäftliche Mitteilungen.

Seite

Sitzung vom 26. Januar 1917 1
(Glückwunschadresse zum 80. Geburtstage Prof. SCHWEINFURTHs; Bericht des Ausschusses zur Hebung der Produktion von Speisepilzen wird verlesen.)

Sitzung vom 23. Februar 1917 83
(Glückwunschadresse zum 70. Geburtstage Prof. v. VÖCHTINGS.)

Sitzung vom 30. März 1917 187
(Dankschreiben der Herren SCHWEINFURTH und v. VÖCHTING. Ansprache des Herrn Geh.-Rat ENGLER anläßlich der Wiederkehr des 100. Geburtstages CARL NÄGELIs.)

Sitzung vom 27. April 1917 350
(Einladung zur Generalversammlung in Würzburg. Vorstandsbeschluß, Manuskripte über 8 Druckseiten nicht aufzunehmen, ebenso keine Arbeiten von Nichtmitgliedern abzudrucken wegen Schwierigkeiten der Papierbeschaffung und Arbeitermangels.)

Sitzung vom 25. Mai 1917 411

Sitzung vom 29. Juni 1917 489
(Mitteilung über die Denkmäler für SPRENGEL und KOELREUTER.)

Sitzung vom 27. Juli 1917 537

Sitzung vom 26. Oktober 1917 579
(Mitteilung über Glückwünsche der Gesellschaft zum goldenen Doktorjubiläum Geh.-Rat WITTMACKs, Dankschreiben Geh.-Rat WITTMACKs. — Wahl des Berliner Vorstandes für 1918 und der Kommissionen.)

Sitzung vom 30. November 1917 643
(Adresse zur Hundertjahrfeier der Senckenbergischen Naturforsch. Gesellschaft in Frankfurt a. M.)

Sitzung vom 28. Dezember 1917 697
(Ergebnis der Wahl des Präsidenten, seines Stellvertreters und des Ausschusses für 1918.)

Bericht über die am 6. August 1917 in Würzburg abgehaltene 31. Generalversammlung . . . . (1)

Rechnungsablage für das Jahr 1916 und Voranschlag für 1917 . . . . . (6)

Verzeichnis der Pflanzennamen . . . . (119)

Mitgliederliste . . . . (149)

Seite

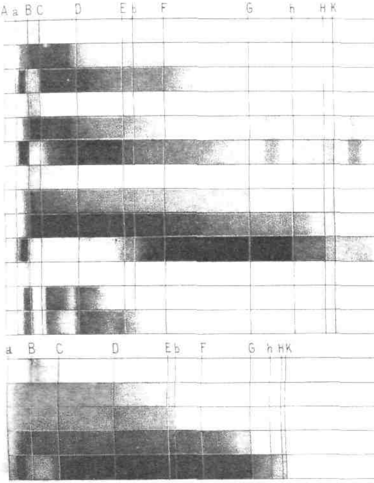
2. Nachrufe.

Georg Volkens von OTTO REINHARDT (mit Bildnistafel) . . . . (65)
Otto Müller von G. KARSTEN (mit Bildnistafel) . . . . (83)
Richard Braungart von FR. DETTWEILER . . . . (93)
Marian Raciborski von K. GOEBEL . . . . (97)
T. F. Hanausek von H. PABISCH (mit Bildnistafel) . . . . (108)

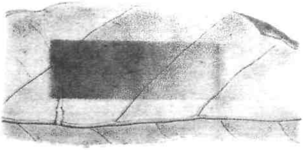
9. JUNI 1936

3. Wissenschaftliche Mitteilungen.

Bachmann, E.: Die Beziehungen der Kieselflechten zu ihrer Unterlage. III. Bergkristall und Flint. (Mit 8 Abbildungen im Text) . . . 464
Baumgärtel, Otto: Konidiosporenbildung bei *Microchaete calothrichoides* Hg (Mit 8 Textfiguren.) 537
— — Die Farbstoffzellen von *Ricinus communis* L. (Mit 1 Textfigur) . 603
Blum, G.: Siehe URSPRUNG. 385
Brand, F.: Ueber Beurteilung des Zellbaues kleiner Algen mit besonderem Hinweise auf *Porphyridium cruentum* Naeg. (Mit 3 Abbildungen im Text.) 454
Dittrich, G.: Zur Giftwirkung der Morchel, *Gyromitra esculenta* Pers. . . 27
Drude, Oscar: Erfahrungen bei Kreuzungsversuchen mit *Cucurbita Pepo*. (Mit Tafel (I) und 3 Abbildungen im Text.) . . . . (26)
Fischer, Hermann: Das Problem der Stickstoffbindung (Festlegung des Luftstickstoffs) bei niederen Pflanzen 428
Grüss, J.: Die Anpassung eines Pilzes *(Anthomyces Reukauffii)* an den Blütenbau und den Bienenrüssel. (Mit Tafel XIII und 1 Abbildung im Text.) 746
Günthart, A.: Bemerkungen zum Aufsatz L. GEISENHEYNERs über *Succisa pratensis* Moench. 189
Harder, Richard: Ueber die Beziehung der Keimung von Cyanophyceensporen zum Licht. (Mit 1 Abbildung im Text.) . . . . (58)
Harms, H.: Ueber die asiatische Meliaceen-Gattung *Munronia* Wight und eine verwandte südafrikanische Gattung. (Mit 1 Abbildung im Text.) 74
— — Weitere Beobachtungen über Kleistogamie bei afrikanischen Arten der Gattung *Argyrolobium* 175
— — Ueber eine Meliacee mit blattbürtigen Blüten. (Mit 1 Abbildung im Text.) 338
— — Ueber abnorme Blüten bei *Nyssa sylvatica* Marsh. (Mit 1 Abbildung im Text.) 527
Heilbronn, A.: „Lichtabfall oder Lichtrichtung als Ursache der heliotropischen Reizung?". (Vorläufige Mitteilung.) 641
Heinricher, E.: Berichtigende Mitteilung über die Keimungsbedingungen der Samen von *Arceuthobium Oxycedri* (DC.) M. Bieb. 204
— — Die erste Aufzucht einer Rafflesiacee, *Cytinus Hypocistis* L., aus Samen. (Mit Tafel VIII.) 505
— — Zur Kenntnis der Blüte von Cytinus Hypocistis L. (Mit Tafel IX.) 513
Höfler, Karl: Die plasmolytisch-volumetrische Methode und ihre Anwendbarkeit zur Messung des osmotischen Wertes lebender Pflanzenzellen. (Mit 8 Abbildungen im Text.) 706



Nr.	Licht-quelle	Exposition in Std.		
91	Osram	2		Glasprisma
20	Osram	24		
47	Osram	48		
88	Gl. Bogen	½		
35	W. Bogen	12		
53	Gl. Bogen	9½		
104	Sonne	1¾	Spalt sehr eng	
54	Wolken	9½		
61	Sonne	ca. 5		
78	Sonne	9		
39	Osram	6	Chlorophyll	
43	Osram	21	Chlorophyll	
59	Gl. Bogen	9	Chlorophyll	
93	Osram	8		Gitter
45	Sonne	8		
48	Sonne	9½		
66	Sonne	7		
74	Sonne	8½		

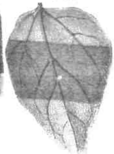


Nr. 1a

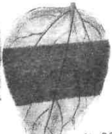
Nr. 1b

Nr. 82, sch, o

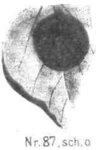
Nr. 82, s, o



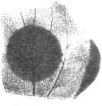
Nr. 82, sch, u



Nr. 82, s

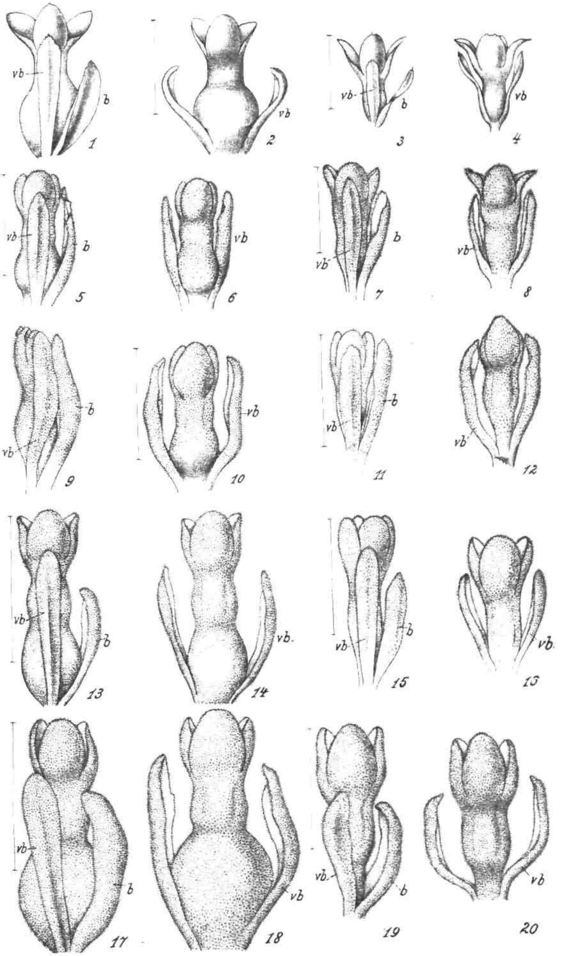


Nr. 87, sch, o



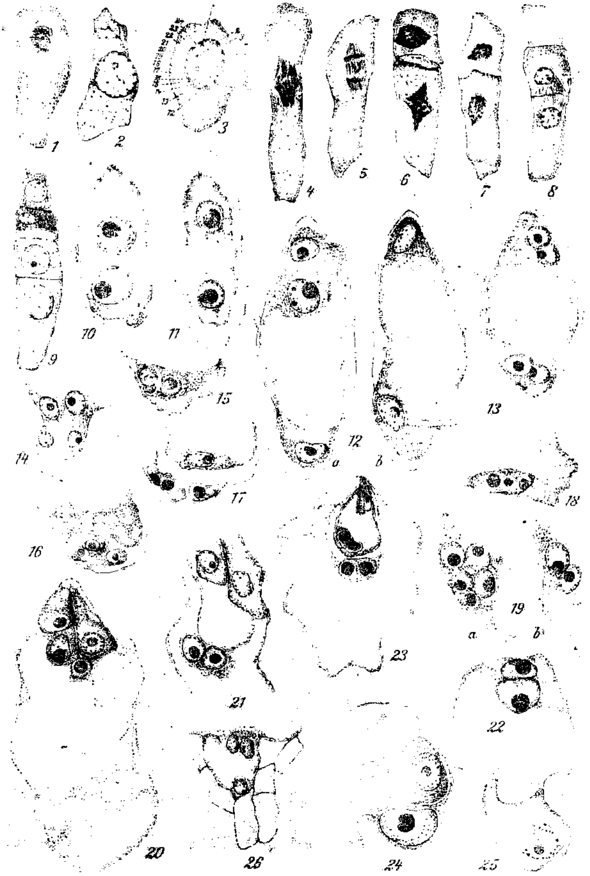
Nr. 87, s, o

E. Laue lith.

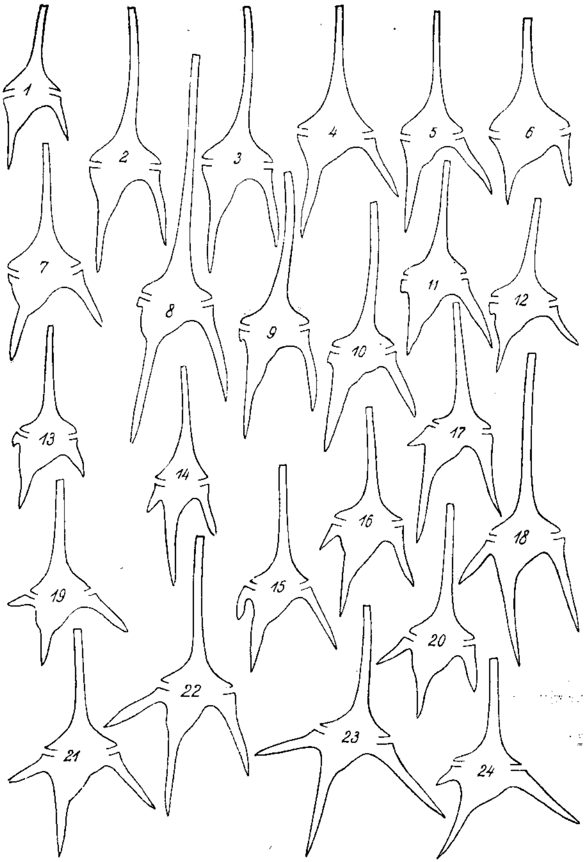


R. v. Wettstein gez.

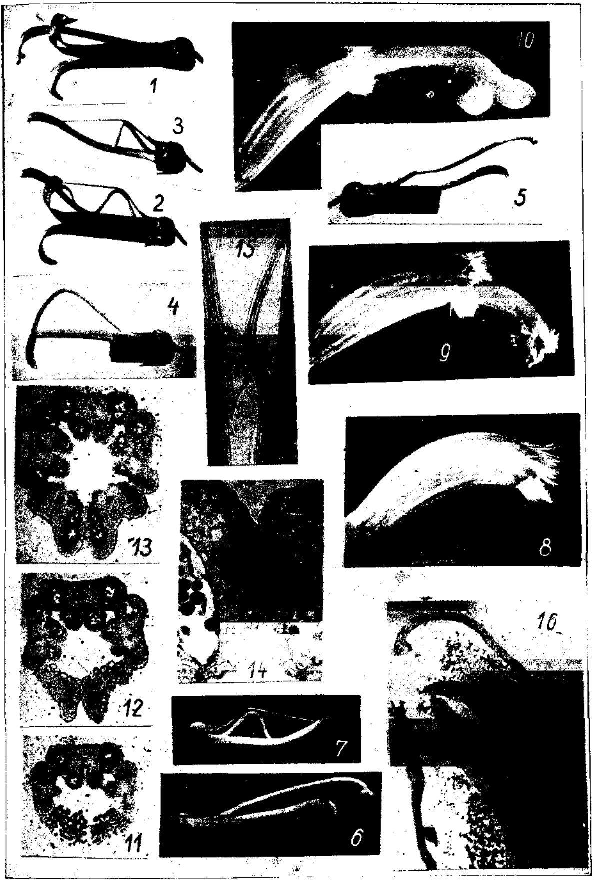
Autor gez.



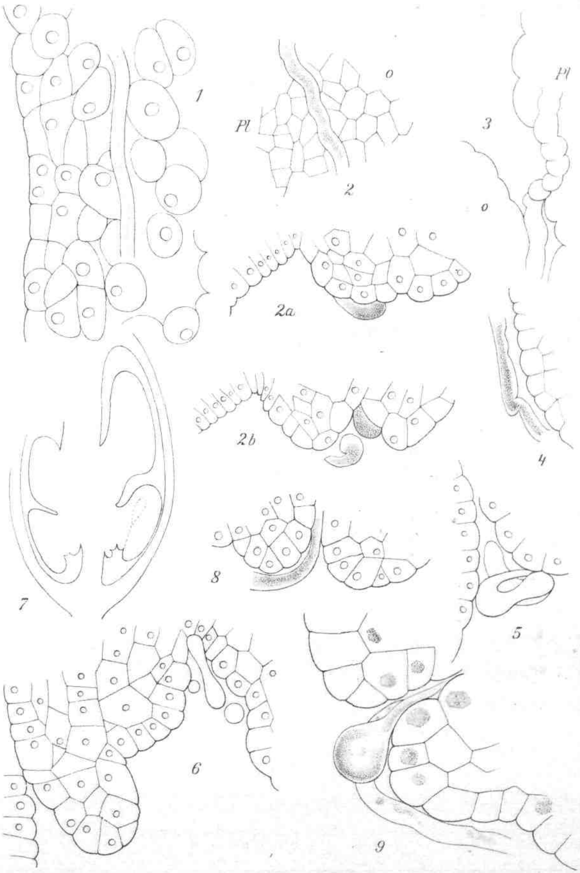
G. Tischler gez. E. Laue lith.



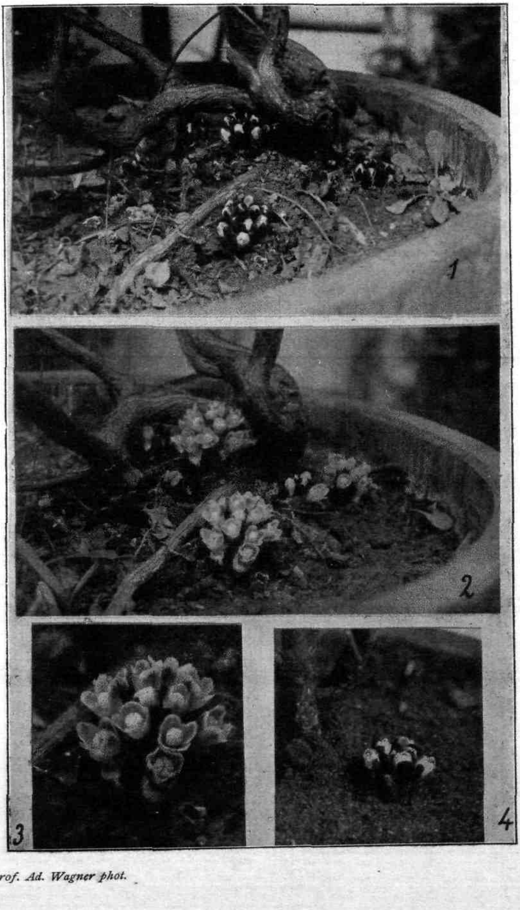
Bruno Schröder gez.



A. Wagner phot.

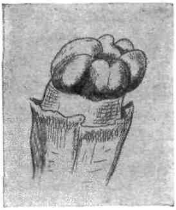


Rössler gez. E. Laue lith.



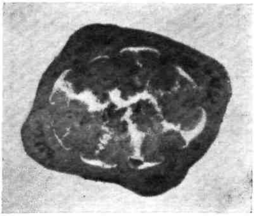
Prof. Ad. Wagner phot.

1

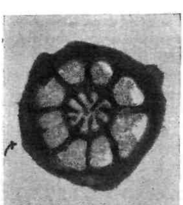


2

3



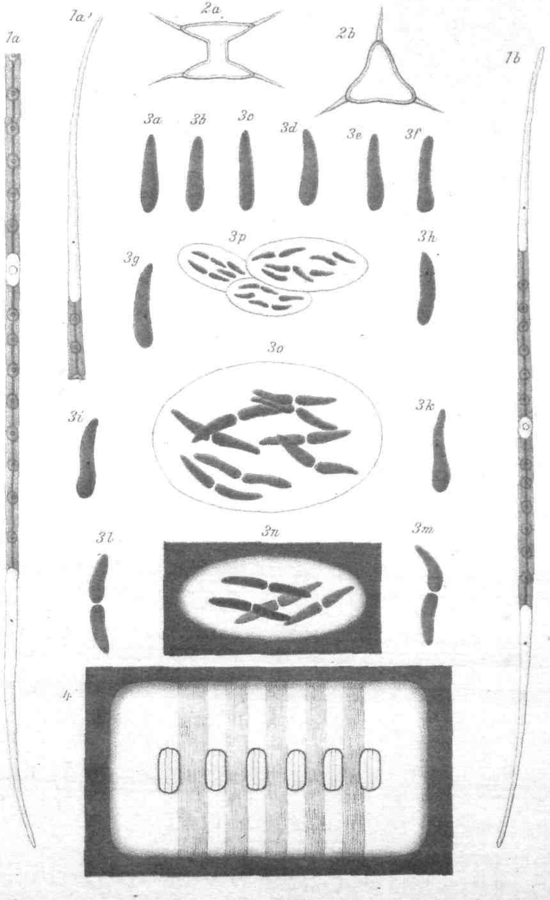
4



5

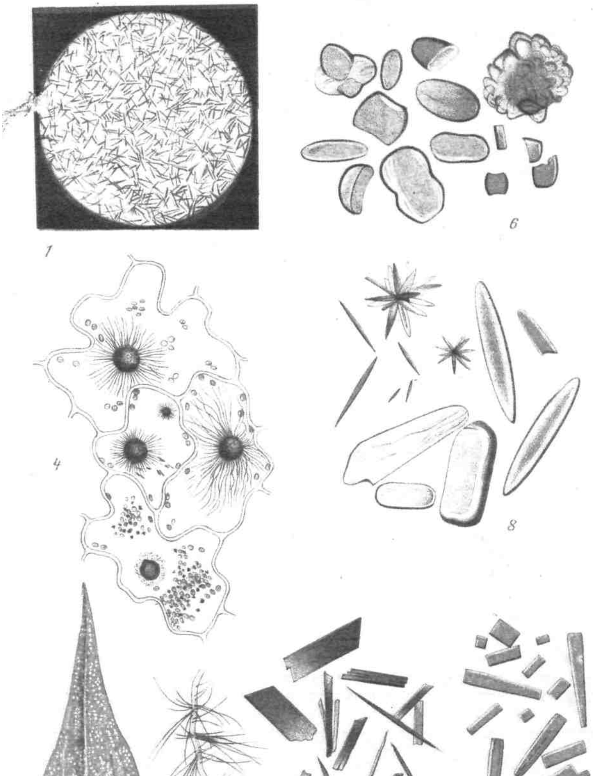
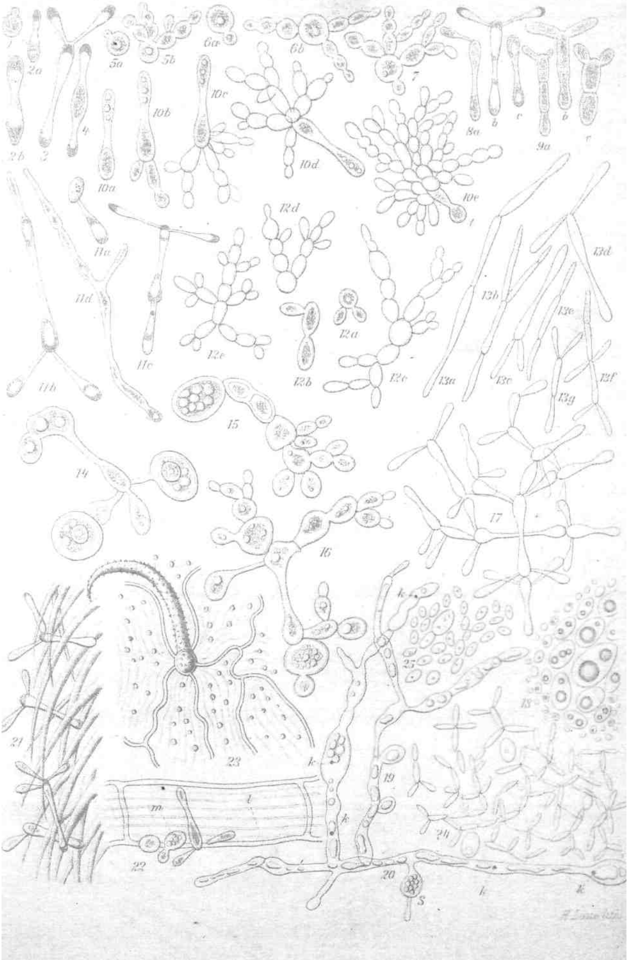
6

Prof. Ad. Wagner, phot.



Bruno Schröder gez.

E. Laue lith.



H. Laue lith.